

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-094533

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

H04J 13/04

H04B 7/005

H04B 15/02

(21)Application number : 11-270052

(71)Applicant : JAPAN RADIO CO LTD

(22)Date of filing : 24.09.1999

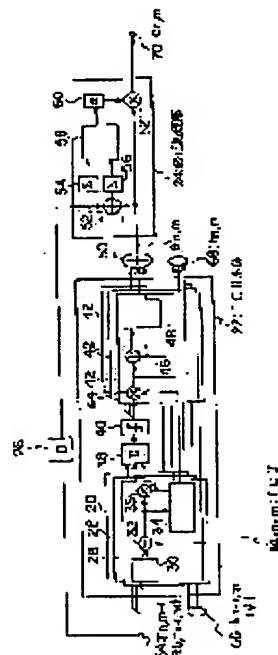
(72)Inventor : OSAWA HIDEO  
ONO YOSHITO

## (54) INTERFERENCE CANCELING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an interference canceling device which can improve BER characteristics of demodulated signals regarding respective user signals sufficiently by a small number of stages.

**SOLUTION:** An error signal  $rn,m-1$  is inputted to an interference canceling unit(ICU) 14-n-m. Then a component regarding an (m) th user signal included in the error signal  $rn,m-1$  is estimated to generate a temporary interference residue estimation signal  $e'n,m$ . An evaluation part 58 evaluates the reliability of the temporary interference residue estimation signal  $e'n,m$  in specific timing, the temporary interference residue estimation signal  $e'n,m$  is multiplied by a weight coefficient  $\alpha$  according to the evaluation result, and the resulting signal is outputted as an interference residue estimation signal  $en,m$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡散信号が入力され、該拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉残差推定信号として出力する干渉キャンセルユニットと、所定信号処理に供するために前記干渉残差推定信号と前記拡散信号とに基づき誤差信号を生成する誤差信号生成手段と、

を含んで構成される干渉キャンセル装置において、前記干渉キャンセルユニットは、前記干渉残差推定信号の信頼性を、前記拡散信号と前記干渉残差信号とに基づき、所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉残差推定信号を修正する修正手段と、を含むことを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項2】 請求項1に記載の干渉キャンセル装置において、前記評価手段は、前記拡散信号の電力と、前記拡散信号から前記干渉残差推定信号を差し引いてなる信号の電力とに基づいて、前記干渉残差推定信号の信頼性を評価することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の干渉キャンセル装置において、前記修正手段は、前記干渉残差推定信号の信頼性が低いと評価された場合には前記干渉残差推定信号に1未満の係数を乗算し、一方、信頼性が高いと評価された場合には前記干渉残差推定信号に前記1未満の係数よりも大きな係数を乗算して、該干渉残差推定信号を修正することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項4】 拡散信号が入力され、該拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉残差推定信号として出力する干渉キャンセルユニットと、所定信号処理に供するために前記干渉残差推定信号と前記拡散信号とに基づき誤差信号を生成する誤差信号生成手段と、を含んで構成される干渉キャンセル装置において、前記干渉キャンセルユニットは、前記干渉残差推定信号の信頼性を所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉残差推定信号を修正する修正手段と、を含み、前記干渉残差推定信号は複数のパス成分を合成して生成されるものであり、前記評価手段は、前記拡散信号と前記パス成分とに基づいて、パス成分毎に前記干渉残差推定信号の信頼性を評価し、前記修正手段は、その評価結果に従ってパス成分毎に係数を乗算した後、前記干渉残差推定信号を合成することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項5】 請求項4に記載の干渉キャンセル装置において、

前記評価手段は、前記拡散信号の電力と、該拡散信号から前記干渉残差推定信号の各パス成分を差し引いてなる信号の電力とに基づいて、前記干渉残差推定信号に対する信頼性をパス成分毎に評価することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項6】 請求項4又は5に記載の干渉キャンセル装置において、前記修正手段は、あるパス成分について前記干渉残差推定信号の信頼性が低いと評価された場合には該パス成分に1未満の係数を乗算し、一方、あるパス成分について前記干渉残差推定信号の信頼性が高いと評価された場合には該パス成分に前記1未満の係数よりも大きな係数を乗算して、前記干渉残差推定信号を修正することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項7】 拡散信号が入力され、該拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉残差推定信号として出力する複数の干渉キャンセルユニットを含んで構成され、それら複数の干渉キャンセル装置の協働により、ユーザ間の相互干渉を低減する干渉キャンセル装置において、

少なくとも一つの干渉キャンセルユニットは、該干渉キャンセルユニットから出力される干渉残差推定信号の信頼性を、前記拡散信号と前記干渉残差推定信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉残差推定信号を修正する修正手段と、を含むことを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項8】 複数のユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉レプリカ拡散信号として出力する干渉キャンセルユニットと、

所定信号処理に供するために前記干渉レプリカ拡散信号と前記受信拡散信号とに基づき拡散信号を生成する拡散信号生成手段と、

を含んで構成される干渉キャンセル装置において、前記干渉キャンセルユニットは、前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性を、前記受信拡散信号又は該受信拡散信号に起因する信号であって前記所定ユーザ信号に係る成分が前記受信拡散信号から未だ除去されていない拡散信号であるユーザ信号成分未除去信号と、前記干渉レプリカ拡散信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉レプリカ拡散信号を修正する修正手段と、を含むことを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項9】 請求項8に記載の干渉キャンセル装置において、前記評価手段は、前記受信拡散信号又は前記ユーザ信号

成分未除去信号の電力と、前記受信拡散信号又は前記ユーザ信号成分未除去信号から前記干渉レプリカ拡散信号を差し引いてなる信号の電力とに基づいて、前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性を評価することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項10】 請求項8又は9に記載の干渉キャンセル装置において、前記修正手段は、前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性が低いと評価された場合には前記干渉レプリカ拡散信号に1未満の係数を乗算し、一方、信頼性が高いと評価された場合には前記干渉レプリカ拡散信号に前記1未満の係数よりも大きな係数を乗算して、該干渉レプリカ拡散信号を修正することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項11】 複数のユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉レプリカ拡散信号として出力する干渉キャンセルユニットと、所定信号処理に供するために前記干渉レプリカ拡散信号と前記受信拡散信号とに基づく拡散信号を生成する拡散信号生成手段と、を含んで構成される干渉キャンセル装置において、前記干渉キャンセルユニットは、前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性を所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉レプリカ拡散信号を修正する修正手段と、を含み、前記干渉レプリカ拡散信号は複数のパス成分を合成して生成されるものであり、前記評価手段は、前記受信拡散信号又は前記ユーザ信号成分未除去信号と前記パス成分とに基づいて、パス成分毎に前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性を評価し、前記修正手段は、その評価結果に従ってパス成分毎に係数を乗算した後、前記干渉レプリカ拡散信号を合成することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項12】 請求項11に記載の干渉キャンセル装置において、前記評価手段は、前記受信拡散信号又は前記ユーザ信号成分未除去信号の電力と、前記受信拡散信号又は前記ユーザ信号成分未除去信号から前記干渉レプリカ拡散信号の各パス成分を差し引いてなる信号の電力とに基づいて、前記干渉レプリカ拡散信号に対する信頼性をパス成分毎に評価することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項13】 請求項11又は12に記載の干渉キャンセル装置において、前記修正手段は、あるパス成分について前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性が低いと評価された場合には該パス成分に1未満の係数を乗算し、一方、あるパス成分について前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性が高いと評価された場合には該パス成分に前記1未満の係数よりも大き

な係数を乗算して、前記干渉レプリカ拡散信号を修正することを特徴とする干渉キャンセル装置。

【請求項14】 複数のユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉レプリカ拡散信号として出力する複数の干渉キャンセルユニットを含んで構成され、それら複数の干渉キャンセル装置の協働により、ユーザ間の相互干渉を低減する干渉キャンセル装置において、少なくとも一つの干渉キャンセルユニットは、該干渉キャンセルユニットから出力される干渉レプリカ拡散信号の信頼性を、前記受信拡散信号又は該受信拡散信号に起因する信号であって前記所定ユーザ信号に係る成分が前記受信拡散信号から未だ除去されていない拡散信号であるユーザ信号成分未除去信号と、前記干渉レプリカ拡散信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉レプリカ拡散信号を修正する修正手段と、を含むことを特徴とする干渉キャンセル装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は干渉キャンセル装置に関し、例えばスペクトル直接拡散符号分割多重接続(DS-CDMA; Direct Sequence Code Division Multiple Access)方式を採用する基地局において、ユーザ間の相互干渉を低減しつつ、受信拡散信号から各々のユーザ信号を分離抽出する干渉キャンセル装置に関する。

【0002】

【従来の技術】DS-CDMA方式では、各移動局から送信されるユーザ信号が、各々固有の拡散コードで広い周波数帯域に拡散され、伝送路に送出される。一方、基地局では、複数のユーザ信号が重畳された受信拡散信号に対して、移動局側と同一の拡散コードを用いた逆拡散処理を施し、さらに伝送路推定処理を施すことにより、元のユーザ信号を分離抽出する。この際、拡散コード間の相互相関に起因して、実際に分離抽出されるユーザ信号には相互干渉が含まれる。

【0003】かかるユーザ間の相互干渉を低減するため、従来、マルチステージ干渉キャンセル装置が各種提案されている。例えば、特開平10-51353号公報には、逐次処理型シンボルレプリカ干渉キャンセル装置が開示されている。この装置では、複数ステージのそれぞれに各ユーザに対応した複数の干渉キャンセルユニット(ICU; Interference Canceling Unit)が設けられており、各ICUでは、前ステージに設けられた同じユーザに対応するICUから供給される干渉レプリカ(最前ステージを除く)と誤差信号(最前ステージの最上位ICUでは受信拡散信号)とが入力され、干渉残差推定信号(最終ステージの最下位ICUを除く)と干渉

レプリカ（最終ステージを除く）とが出力されるようになっている。

【0004】 干渉レプリカは、受信拡散信号に含まれる対応ユーザに係る推定信号成分（逆拡散信号）である。また干渉残差推定信号は、誤差信号に含まれる対応ユーザに係る推定信号成分（拡散信号）である。誤差信号は、既に出力された干渉残差信号を受信拡散信号から全て減じたものである。

【0005】 この干渉キャンセル装置において、第1ステージの最上位ICUに受信拡散信号が入力されると、ステージを重ねるうちに干渉レプリカの精度が向上し、干渉残差推定信号及び誤差信号は零に近づく。そして、最終ステージでは干渉レプリカに対応する復調信号が各ICUから出力されるが、この復調信号はユーザ間の相互干渉を低減したものとなる。

【0006】 ところで、前記干渉残差推定信号は、実際には、現ステージで出力される干渉レプリカと、前ステージに設けられた同じユーザに対応するICUから出力される干渉レプリカと、の差に関する拡散信号として生成される。具体的には、上記従来の干渉キャンセル装置では、干渉除去特性の向上を図るため、前ステージの干渉レプリカと現ステージの干渉レプリカとの差を再度拡散し（これらの処理は各パス毎に行われる）、それをRAKE合成したのに対して1以下の重み $\alpha$ を乗算して、干渉残差推定信号を生成している。

【0007】 このように1以下の重み $\alpha$ を乗算するのは、次のような事情を考慮しての処置と考えられる。

【0008】 すなわち、各ICUで干渉レプリカを生成する際には、各ユーザ信号についてパス毎に伝送路推定が行われるが、その推定精度が低い場合、干渉レプリカ、ひいてはそれに基づいて生成される干渉残差推定信号も信頼性の低いものになってしまう。そして、前ステージの干渉レプリカと現ステージの干渉レプリカとの差を再度拡散してRAKE合成したものを、そのまま干渉残差推定信号としたのでは、その干渉残差推定信号の信頼性が低かった場合に、その信号が受信拡散信号又は誤差信号から減じられ、新たな誤差信号として他のICUに供給されてしまう。この結果、そのICUで生成される干渉レプリカや干渉残差推定信号もまた、信頼性の低いものになってしまう。

【0009】 これに関し、上記従来の干渉キャンセル装置では、全てのICUにおいて、前ステージの干渉レプリカと現ステージの干渉レプリカとの差を再度拡散してRAKE合成したのに対し、1以下の重み $\alpha$ を乗算して、それを干渉残差推定信号としている。これにより、あるICUで生成される干渉レプリカの信頼性が低くても、それが他のICUでの信号処理に及ぼす影響（干渉）を低減することができるのである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従

来の干渉キャンセル装置では、全てのICUにおいて固定された重み $\alpha$ を用いて干渉残差推定信号を生成しているため、たとえ或るICUで信頼性の高い干渉レプリカが生成されたとしても、実際の干渉残差推定信号は重み $\alpha$ により抑制されたものになってしまう。このため、上記従来の干渉キャンセル装置では、干渉レプリカの収束が遅くなってしまい、結果として、干渉除去に必要なステージ数が多くなるか、或いは出力される復調信号のBER特性が劣化してしまうか、の不具合が生じる。もちろん、重み $\alpha$ の大きさを1に近づけるようにすれば、信頼性の高い干渉レプリカが生成された場合、その影響を十分に誤差信号に対して及ぼすことが出来る。しかしながら、そうした場合、今度は信頼性の低い干渉レプリカが誤差信号に与える影響も大きくなり、干渉により復調信号のBER特性が劣化してしまう。

【0011】 これに関し、特開平11-168408号公報には、干渉レプリカの信頼度に応じて干渉レプリカに重み係数を乗じる技術が開示されている。ただ、同公報に係る技術では、干渉レプリカの信頼度を評価する際、受信電力レベルやパス遅延時間等を基礎にしているため、十分に干渉を低減することができない。すなわち、同公報に係る技術では、受信レベルが大きい場合やパス遅延時間が短い場合等に重み係数として1に近い値を設定しても、あるシンボルで仮判定誤りがあった場合や著しい推定誤差があった場合等には、以降の誤差信号に与える悪影響を回避することはできず、干渉を十分に低減することはできない。

【0012】 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、少ないステージ数でも十分に各ユーザ信号に係る復調信号のBER特性を向上させることのできる干渉キャンセル装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】 (A1) 上記課題を解決するために、本発明は、拡散信号が入力され、該拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉残差推定信号として出力する干渉キャンセルユニットと、所定信号処理に供するために前記干渉残差推定信号と前記拡散信号とに基づく誤差信号を生成する誤差信号生成手段と、を含んで構成される干渉キャンセル装置において、前記干渉キャンセルユニットは、前記干渉残差推定信号の信頼性を、前記拡散信号と前記干渉残差推定信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉残差推定信号を修正する修正手段と、を含むことを特徴とする。

【0014】 また、本発明は、拡散信号が入力され、該拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉残差推定信号として出力する複数の干渉キャンセルユニットを含んで構成され、それら複数の干渉キャンセルユニットの協働により、ユーザ間の相互干渉を低減する干渉キャンセル装置において、少なくとも

一つの干渉キャンセルユニットは、該干渉キャンセルユニットから出力される干渉残差推定信号の信頼性を、前記拡散信号と前記干渉残差推定信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉残差推定信号を修正する修正手段と、を含むことを特徴とする。

【0015】本発明によれば、干渉キャンセルユニットから出力される干渉残差推定信号の信頼性が評価され、評価結果に従って該干渉残差推定信号が修正される。この干渉残差推定信号は誤差信号を生成する際の基礎とされるものである。誤差信号は、他の干渉キャンセルユニット等で行われる干渉残差推定信号や復調信号の生成等、所定信号処理に供される。

【0016】本発明では、評価結果が悪い場合に誤差信号への影響が低減されるように干渉残差推定信号を修正し、評価結果が良い場合に誤差信号への影響が十分に確保されるように干渉残差推定信号を修正することができる。このため、本発明によれば、干渉残差推定信号の信頼性が高い場合に、それが誤差信号を介して上記所定信号処理に対して与える影響を十分に確保しつつ、その信頼性が低い場合に、誤差信号を介して該干渉残差推定信号が上記所定信号処理に悪影響を与えることを抑制することができるようになる。そして、その結果、少ないステージ数でも十分に各ユーザ信号に係る復調信号のBER特性を向上させることができる。

【0017】そして本発明では、前記評価手段は、前記拡散信号と前記干渉残差推定信号とに基づいて、前記干渉残差推定信号の信頼性を評価する。例えば、前記評価手段は、前記拡散信号の電力と、前記拡散信号から前記干渉残差推定信号を差し引いてなる信号の電力とに基づいて、前記干渉残差推定信号の信頼性を評価する。

【0018】干渉残差推定信号は拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分に対応している。このため、拡散信号と干渉残差推定信号との関係性を評価することにより、簡易に干渉残差推定信号の信頼性を正しく評価することができる。

【0019】(A2) また、本発明の一態様では、前記修正手段は、前記干渉残差推定信号の信頼性が低いと評価された場合には前記干渉残差推定信号に1未満の係数を乗算し、一方、信頼性が高いと評価された場合には前記干渉残差推定信号に前記1未満の係数よりも大きな係数を乗算して、該干渉残差推定信号を修正する。

【0020】こうすれば、干渉残差推定信号の信頼性が低い場合には誤差信号に与える影響を低減しつつ、信頼性が高い場合には誤差信号に与える影響を十分に確保することができるようになる。

【0021】(A3) さらに、本発明の一態様では、前記干渉残差推定信号は複数のパス成分を合成して生成されるものであり、前記評価手段は、前記拡散信号と前記パス成分とに基づいて、パス成分毎に前記干渉残差推定

信号の信頼性を評価し、前記修正手段は、その評価結果に従ってパス成分毎に係数を乗算した後、前記干渉残差推定信号を合成する。

【0022】拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分はマルチパス成分を含んでいるため、干渉残差推定信号も複数のパス成分を合成して生成することが望ましい。本態様では、このような場合にパス成分毎に干渉残差推定信号の信頼性を評価し、干渉残差推定信号をパス成分の段階で修正している。このため、より細かな信頼性の評価ができ、その結果、少ないステージ数でも十分に各ユーザ信号に係る復調信号のBER特性を向上させることができる。

【0023】また、前記評価手段は、前記拡散信号の電力と、該拡散信号から前記干渉残差推定信号の各パス成分を差し引いてなる信号の電力とに基づいて、前記干渉残差推定信号に対する信頼性をパス成分毎に評価してもよい。こうすれば、簡易に干渉残差推定信号の信頼性をパス成分毎に評価することができる。

【0024】さらに、前記修正手段は、あるパス成分について前記干渉残差推定信号の信頼性が低いと評価された場合には該パス成分に1未満の係数を乗算し、一方、あるパス成分について前記干渉残差推定信号の信頼性が高いと評価された場合には該パス成分に前記1未満の係数よりも大きな係数を乗算して、前記干渉残差推定信号を修正してもよい。こうすれば、干渉残差推定信号の信頼性が低い場合に誤差信号に与える影響を低減しつつ、信頼性が高い場合には誤差信号に与える影響を十分に確保することができるようになる。

【0025】(B1) また、本発明は、複数のユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉レプリカ拡散信号として出力する干渉キャンセルユニットと、所定信号処理に供するために前記干渉レプリカ拡散信号と前記受信拡散信号とに基づく拡散信号を生成する拡散信号生成手段と、を含んで構成される干渉キャンセル装置において、前記干渉キャンセルユニットは、前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性を、前記受信拡散信号又は該受信拡散信号に起因する信号であって前記所定ユーザ信号に係る成分が前記受信拡散信号から未だ除去されていない拡散信号であるユーザ信号成分未除去信号と、前記干渉レプリカ拡散信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉レプリカ拡散信号を修正する修正手段と、を含むことを特徴とする。

【0026】また、本発明は、複数のユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分を推定し、それを干渉レプリカ拡散信号として出力する複数の干渉キャンセルユニットを含んで構成され、それら複数の干渉キャンセルユニットの協働により、ユーザ間の相互干渉を低減する干渉キャンセル装置



において、少なくとも一つの干渉キャンセルユニットは、該干渉キャンセルユニットから出力される干渉レプリカ拡散信号の信頼性を、前記受信拡散信号又は該受信拡散信号に起因する信号であって前記所定ユーザ信号に係る成分が前記受信拡散信号から未だ除去されていない拡散信号であるユーザ信号成分未除去信号と、前記干渉レプリカ拡散信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、その評価結果に従って該干渉レプリカ拡散信号を修正する修正手段と、を含むことを特徴とする。

【0027】干渉レプリカ拡散信号は、受信拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分に対応する。この干渉レプリカ拡散信号も、他の干渉キャンセルユニット等で行われる干渉残差推定信号や復調信号の生成等、所定信号処理に供される。そして、評価結果が悪い場合に上記所定信号処理への影響が低減されるように干渉レプリカ拡散信号を修正し、評価結果が良い場合に上記所定信号処理への影響が十分に確保されるように干渉レプリカ拡散信号を修正すれば、少ないステージ数でも十分に各ユーザ信号に係る復調信号のBER特性を向上させることができる。

【0028】そして、本発明では、前記評価手段は、前記受信拡散信号又は該受信拡散信号に起因する信号であって前記所定ユーザ信号に係る成分が前記受信拡散信号から未だ除去されていない拡散信号であるユーザ信号成分未除去信号と、前記干渉レプリカ拡散信号とに基づいて、前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性を評価する。

【0029】干渉レプリカ拡散信号は受信拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分に対応している。また、ユーザ信号成分未除去信号とは、受信拡散信号に起因する信号のうち前記所定ユーザ信号に係る成分（干渉キャンセルユニットでの推定対象）が受信拡散信号から未だ除去されていない拡散信号である。そして、受信拡散信号とユーザ信号成分未除去信号と干渉レプリカ拡散信号との関係性を評価することにより、簡易に干渉レプリカ拡散信号の信頼性を評価することができる。

【0030】(B2) また、本発明の一態様では、前記修正手段は、前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性が低いと評価された場合には前記干渉レプリカ拡散信号に1未満の係数を乗算し、一方、信頼性が高いと評価された場合には前記干渉レプリカ拡散信号に前記1未満の係数よりも大きな係数を乗算して、該干渉レプリカ拡散信号を修正する。

【0031】こうすれば、干渉レプリカ拡散信号の信頼性が低い場合には他の信号処理に供するための拡散信号に与える影響を低減しつつ、信頼性が高い場合にはその拡散信号に与える影響を十分に確保することができるようになる。

【0032】(B3) さらに、本発明の一態様では、前記干渉レプリカ拡散信号は複数のパス成分を合成して生

成されるものであり、前記評価手段は、前記受信拡散信号又は前記ユーザ信号未除去信号と前記パス成分とに基づいて、パス成分毎に前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性を評価し、前記修正手段は、その評価結果に従ってパス成分毎に係数を乗算した後、前記干渉レプリカ拡散信号を合成する。

【0033】受信拡散信号に含まれる所定ユーザ信号に係る成分はマルチパス成分を含んでいるため、干渉レプリカ拡散信号も複数のパス成分を合成して生成することが望ましい。本態様では、このような場合にパス成分毎に干渉レプリカ拡散信号の信頼性を評価し、干渉レプリカ拡散信号をパス成分の段階で修正している。このため、より細かな信頼性の評価ができ、その結果、少ないステージ数でも十分に各ユーザ信号に係る復調信号のBER特性を向上させることができる。

【0034】また、前記評価手段は、前記受信拡散信号又は前記ユーザ信号成分未除去信号の電力と、前記受信拡散信号又は前記ユーザ信号成分未除去信号から前記干渉レプリカ拡散信号の各パス成分を差し引いてなる信号の電力とに基づいて、前記干渉レプリカ拡散信号に対する信頼性をパス成分毎に評価してもよい。こうすれば、簡易に干渉レプリカ拡散信号の信頼性をパス成分毎に評価することができる。

【0035】さらに、前記修正手段は、あるパス成分について前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性が低いと評価された場合には該パス成分に1未満の係数を乗算し、一方、あるパス成分について前記干渉レプリカ拡散信号の信頼性が高いと評価された場合には該パス成分に前記1未満の係数よりも大きな係数を乗算して、前記干渉レプリカ拡散信号を修正してもよい。こうすれば、干渉レプリカ拡散信号の信頼性が低い場合に所定信号処理に供するための拡散信号に与える影響を低減しつつ、信頼性が高い場合にはその拡散信号に与える影響を十分に確保することができるようになる。

【0036】(C) 本発明の一態様（後述の実施の形態1に対応する）では、第1ステージ乃至第Nステージを含んで構成され、第1ユーザ信号乃至第Mユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号から、ユーザ間の相互干渉を低減しつつ、各ユーザ信号に係る復調信号を出力する干渉キャンセル装置であって（ $N \geq 3$ ； $M \geq 3$ ）、第nステージには、第mユーザ信号に対応する第nステージ第mユーザ干渉キャンセル手段が設けられている（ $n = 1 \sim N$ ； $m = 1 \sim M$ ）。

【0037】第1ステージ第1ユーザ干渉キャンセル手段は、前記受信拡散信号に含まれる第1ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第1ステージ第1ユーザ干渉レプリカとして出力する第1ステージ第1ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第1ステージ第1ユーザ干渉レプリカを第1ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第1ステージ第1ユーザ干渉残差推定

信号を出力する第1ステージ第1ユーザ干渉残差推定信号出力手段と、前記受信拡散信号から第1ステージ第1ユーザ干渉残差推定信号を除去して第1ステージ第1ユーザ誤差信号を出力する第1ステージ第1ユーザ干渉除去手段と、を含んでいる。

【0038】第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉キャンセル手段は( $m=2\sim M$ )、第1ステージ第( $m-1$ )ユーザ誤差信号に含まれる第 $m$ ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカとして出力する第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカを第 $m$ ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉残差推定信号を出力する第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉残差推定信号出力手段と、第1ステージ第( $m-1$ )ユーザ誤差信号から第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉残差推定信号を除去して第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉除去手段と、を含んでいる。

【0039】第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉キャンセル手段は( $i=2\sim N-1$ )、第( $i-1$ )ステージ第1ユーザ干渉レプリカと第( $i-1$ )ステージ第 $M$ ユーザ誤差信号とに基づいて前記受信拡散信号に含まれる第1ユーザ信号に係る干渉成分を再推定し、それを第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカとして出力する第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカと第( $i-1$ )ステージ第1ユーザ干渉レプリカとの差に対応する信号を第1ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉残差推定信号を出力する第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉残差推定信号出力手段と、第( $i-1$ )ステージ第 $M$ ユーザ誤差信号から第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉残差推定信号を除去して第 $i$ ステージ第1ユーザ誤差信号を出力する第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉除去手段と、を含んでいる。

【0040】第 $i$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉キャンセル手段は( $i=2\sim N-1$ ;  $m=2\sim M$ )、第( $i-1$ )ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカと第 $i$ ステージ第( $m-1$ )ユーザ誤差信号とに基づいて前記受信拡散信号に含まれる第 $m$ ユーザ信号に係る干渉成分を再推定し、それを第 $i$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカとして出力する第 $i$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第 $i$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカと第( $i-1$ )ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカとの差に対応する信号を第 $m$ ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第 $i$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉残差推定信号を出力する第 $i$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉残差推定信号出力手段と、第 $i$ ステージ第( $m-1$ )ユーザ誤差信号から第 $i$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉残差推定信号を除去して第 $i$ ステージ第 $m$ ユーザ誤差信号を出力する第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉除去手段と、を含んでいる。

【0041】第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉キャンセル手段は、第( $N-1$ )ステージ第1ユーザ干渉レプリカと第( $N-1$ )ステージ第 $M$ ユーザ誤差信号とに基づいて、前記受信拡散信号に含まれる第1ユーザ信号に係る干渉成分を再推定し、それを第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカとして出力するとともに、第 $M$ ユーザ信号に係る復調信号を出力する第1ユーザ復調手段と、第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカと第( $N-1$ )ステージ第1ユーザ干渉レプリカとの差に対応する信号を第1ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉残差推定信号を出力する第 $i$ ステージ第1ユーザ干渉残差推定信号出力手段と、第( $N-1$ )ステージ第 $M$ ユーザ誤差信号から第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉残差推定信号を除去して第 $N$ ステージ第1ユーザ誤差信号を出力する第 $M$ ステージ第1ユーザ干渉除去手段と、を含んでいる。

【0042】第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉キャンセル手段は( $m=2\sim M-1$ )、第( $N-1$ )ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカと第 $N$ ステージ第( $m-1$ )ユーザ誤差信号とに基づいて、前記受信拡散信号に含まれる第 $m$ ユーザ信号に係る干渉成分を再推定し、それを第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカとして出力するとともに、第 $m$ ユーザに係る復調信号を出力する第 $m$ ユーザ復調手段と、第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカと第( $N-1$ )ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカとの差に対応する信号を第 $m$ ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉残差推定信号を出力する第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉残差推定信号出力手段と、第 $N$ ステージ第( $m-1$ )ユーザ誤差信号から第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉残差推定信号を除去して第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ誤差信号を出力する第 $M$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉除去手段と、を含んでいる。

【0043】第 $N$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉キャンセル手段は、第( $N-1$ )ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカと第 $N$ ステージ第( $M-1$ )ユーザ誤差信号とに基づいて、第 $M$ ユーザ信号に係る復調信号を出力する第 $M$ ユーザ復調手段を含んでいる。

【0044】そして、前記干渉残差推定信号出力手段のうち少なくとも一つは、該干渉残差推定信号出力手段により出力される干渉残差推定信号の信頼性を、該干渉残差推定信号と前記受信拡散信号又は前記誤差信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、該評価手段による評価結果に従い、該干渉残差推定信号出力手段により出力される干渉残差推定信号を修正する修正手段と、を含んでいる。

【0045】(D) 本発明の一態様(後述の実施の形態2に対応する)では、第1ステージ乃至第 $N$ ステージを含んで構成され、第1ユーザ信号乃至第 $M$ ユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号から、ユーザ信号間の相互干渉を低減しつつ、各ユーザ信号に係る復調信号を



出力する干渉キャンセル装置であって ( $N \geq 3$ ;  $M \geq 3$ )、第  $n$  ステージには、第  $m$  ユーザ信号に対応する第  $n$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉キャンセル手段が設けられている ( $n = 1 \sim N$ ;  $m = 1 \sim M$ )。

【0046】第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉キャンセル手段は ( $m = 1 \sim M$ )、前記受信拡散信号に含まれる第  $m$  ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカとして出力する第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカを第  $m$  ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉残差推定信号を出力する第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉残差推定信号出力手段と、を含んでいる。

【0047】第1ステージには、さらに、前記受信拡散信号から第1ステージ第1ユーザ拡散信号乃至第1ステージ第  $M$  ユーザ拡散信号を除去して第1ステージ誤差信号を出力する第1ステージ干渉除去手段が設けられ、第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉キャンセル手段は ( $i = 2 \sim N - 1$ ;  $m = 1 \sim M$ )、第 ( $i - 1$ ) ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカと第 ( $i - 1$ ) ステージ誤差信号とに基づいて、前記受信拡散信号に含まれる第  $m$  ユーザ信号に係る干渉成分を再推定し、それを第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカとして出力する第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカと第 ( $i - 1$ ) ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカとの差に対応する信号を第  $m$  ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉残差推定信号を出力する第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉残差推定信号出力手段と、を含んでいる。

【0048】第  $i$  ステージには、さらに、第 ( $i - 1$ ) ステージ誤差信号から第  $i$  ステージ第1ユーザ拡散信号乃至第  $i$  ステージ第  $M$  ユーザ拡散信号を除去して第  $i$  ステージ誤差信号を出力する第  $i$  ステージ干渉除去手段が設けられ、第  $N$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉キャンセル手段は ( $m = 1 \sim M$ )、第 ( $N - 1$ ) ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカと第 ( $N - 1$ ) ステージ誤差信号とに基づいて、第  $m$  ユーザ信号に係る復調信号を出力する第  $m$  ユーザ復調信号出力手段を含んでいる。

【0049】そして、前記干渉残差推定信号出力手段のうち少なくとも一つは、該干渉残差推定信号出力手段により出力される干渉残差推定信号の信頼性を、該干渉残差推定信号と前記受信拡散信号又は前記誤差信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、該評価手段による評価結果に従い、該干渉残差推定信号出力手段により出力される干渉残差推定信号を修正する修正手段と、を含んでいる。

【0050】(E) 本発明の一態様(後述の実施の形態3に対応する)では、第1ステージ乃至第  $N$  ステージを含んで構成され、第1ユーザ信号乃至第  $M$  ユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号から、ユーザ信号間の

相互干渉を低減しつつ、各ユーザ信号に係る復調信号を出力する干渉キャンセル装置であって ( $N \geq 3$ ;  $M \geq 3$ )、第  $n$  ステージには、第  $m$  ユーザ信号に対応する第  $n$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉キャンセル手段が設けられている ( $n = 1 \sim N$ ;  $m = 1 \sim M$ )。

【0051】第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉キャンセル手段は ( $m = 1 \sim M$ )、前記受信拡散信号に含まれる第  $m$  ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカとして出力する第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカを第  $m$  ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉残差推定信号を出力する第1ステージ第  $m$  ユーザ干渉残差推定信号出力手段と、を含んでいる。

【0052】第1ステージには、さらに、前記受信拡散信号から第1ステージ第1ユーザ拡散信号乃至第1ステージ第  $M$  ユーザ拡散信号を除去して第1ステージ誤差信号を出力する第1ステージ干渉除去手段が設けられ、第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉キャンセル手段は ( $i = 2 \sim N - 1$ ;  $m = 1 \sim M$ )、第 ( $i - 1$ ) ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカと第 ( $i - 1$ ) ステージ誤差信号とに基づいて、前記受信拡散信号に含まれる第  $m$  ユーザ信号に係る干渉成分を再推定し、それを第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカとして出力する第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカを第  $m$  ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカ拡散信号を出力する第  $i$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカ拡散信号出力手段と、を含んでいる。

【0053】第  $i$  ステージには、さらに、前記受信拡散信号から第  $i$  ステージ第1ユーザ拡散信号乃至第  $i$  ステージ第  $M$  ユーザ拡散信号を除去して第  $i$  ステージ誤差信号を出力する第  $i$  ステージ干渉除去手段が設けられ、第  $N$  ステージ第  $m$  ユーザ干渉キャンセル手段は ( $m = 1 \sim M$ )、第 ( $N - 1$ ) ステージ第  $m$  ユーザ干渉レプリカと第 ( $N - 1$ ) ステージ誤差信号とに基づいて、第  $m$  ユーザ信号に係る復調信号を出力する第  $m$  ユーザ復調信号出力手段を含んでいる。

【0054】そして、前記干渉レプリカ拡散信号出力手段のうち少なくとも一つは、該干渉レプリカ拡散信号出力手段により出力される干渉レプリカ拡散信号の信頼性を、該干渉レプリカ拡散信号と前記受信拡散信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、該評価手段による評価結果に従い、該干渉レプリカ拡散信号出力手段により出力される干渉レプリカ拡散信号を修正する修正手段と、を含んでいる。

【0055】(F) 本発明の一態様(後述の実施の形態4に対応する)では、第1ステージ乃至第  $N$  ステージを含んで構成され、第1ユーザ信号乃至第  $M$  ユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号から、ユーザ信号間の

相互干渉を低減しつつ、各ユーザ信号に係る復調信号を出力する干渉キャンセル装置であって ( $N \geq 3$ ;  $M \geq 3$ )、第 $n$ ステージには、第 $m$ ユーザ信号に対応する第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉キャンセル手段が設けられている ( $n = 1 \sim N$ ;  $m = 1 \sim M$ )。

【0056】第1ステージ第1ユーザ干渉キャンセル手段は、前記受信拡散信号に含まれる第1ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第1ステージ第1ユーザ干渉レプリカとして出力する第1ステージ第1ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第1ステージ第1ユーザ干渉レプリカを第1ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第1ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号を出力する第1ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号出力手段と、を含んでいる。

【0057】第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉キャンセル手段は ( $m = 2 \sim M$ )、第1ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号乃至第1ステージ第 ( $m - 1$ ) ユーザ干渉レプリカ拡散信号を前記受信拡散信号から除去して第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉信号を生成する第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉除去手段と、第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉信号に含まれる第 $m$ ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカとして出力する第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカを第 $m$ ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号を出力する第1ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号出力手段と、を含んでいる。

【0058】第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉キャンセル手段は ( $n = 2 \sim N - 1$ )、第 ( $n - 1$ ) ステージ第2ユーザ干渉レプリカ拡散信号乃至第 ( $n - 1$ ) ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号を前記受信拡散信号から除去して第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉信号を生成する第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉除去手段と、第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉信号に含まれる第1ユーザに係る干渉成分を推定し、それを第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカとして出力する第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカを第1ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号を出力する第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号出力手段と、を含んでいる。

【0059】第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉キャンセル手段は ( $n = 2 \sim N - 1$ ;  $m = 2 \sim M$ )、第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号乃至第 $n$ ステージ第 ( $m - 1$ ) ユーザ干渉レプリカ拡散信号と第 ( $n - 1$ ) ステージ第 ( $m + 1$ ) ユーザ干渉レプリカ拡散信号乃至第 ( $n - 1$ ) ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号とを前記受信拡散信号から除去して第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉信号を生成する第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉除去

手段と、第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉信号に含まれる第 $m$ ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカとして出力する第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカを第 $m$ ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号を出力する第 $n$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号出力手段と、を含んでいる。

【0060】第 $n$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉キャンセル手段は ( $n = 2 \sim N - 1$ )、第 $n$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号乃至第 $n$ ステージ第 ( $M - 1$ ) ユーザ干渉レプリカ拡散信号を前記受信拡散信号から除去して第 $n$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉信号を生成する第 $n$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉除去手段と、第 $n$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉信号に含まれる第 $M$ ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第 $n$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカとして出力する第 $n$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第 $n$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカを第 $M$ ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第 $n$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号を出力する第 $n$ ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号出力手段と、を含んでいる。

【0061】第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉キャンセル手段は、第 ( $N - 1$ ) ステージ第2ユーザ干渉レプリカ拡散信号乃至第 ( $N - 1$ ) ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号を前記受信拡散信号から除去して第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉信号を生成する第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉除去手段と、第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉信号に含まれる第1ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカとして出力するとともに、該第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉信号から第1ユーザ信号に係る復調信号を出力する第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ出力手段と、第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカを第1ユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号を出力する第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号出力手段と、を含んでいる。

【0062】第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉キャンセル手段は ( $m = 2 \sim M - 1$ )、第 $N$ ステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号乃至第 $N$ ステージ第 ( $m - 1$ ) ユーザ干渉レプリカ拡散信号と第 ( $N - 1$ ) ステージ第 ( $m + 1$ ) ユーザ干渉レプリカ拡散信号乃至第 ( $N - 1$ ) ステージ第 $M$ ユーザ干渉レプリカ拡散信号とを前記受信拡散信号から除去して第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉信号を生成する第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉除去手段と、第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉信号に含まれる第 $m$ ユーザ信号に係る干渉成分を推定し、それを第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉レプリカとして出力するとともに、該第 $N$ ステージ第 $m$ ユーザ干渉信号から第 $m$ ユーザ信号に係る復調信号

を出力する第Nステージ第mユーザ干渉レプリカ出力手段と、第Nステージ第mユーザ干渉レプリカを第mユーザに対応する拡散コードで再度拡散し、その信号に基づく第Nステージ第mユーザ干渉レプリカ拡散信号を出力する第Nステージ第mユーザ干渉レプリカ拡散信号出力手段と、を含んでいる。

【0063】第Nステージ第Mユーザ干渉キャンセル手段は、第Nステージ第1ユーザ干渉レプリカ拡散信号乃至第Nステージ第(M-1)ユーザ干渉レプリカ拡散信号を前記受信拡散信号から除去して第Nステージ第Mユーザ干渉信号を生成する第Nステージ第Mユーザ干渉除去手段と、第Nステージ第Mユーザ干渉信号から第Mユーザ信号に係る復調信号を出力する第Nステージ第Mユーザ干渉レプリカ出力手段を含んでいる。

【0064】そして、前記干渉レプリカ拡散信号出力手段のうち少なくとも一つは、該干渉レプリカ拡散信号出力手段により出力される干渉レプリカ拡散信号の信頼性を、該干渉レプリカ拡散信号と、該干渉レプリカ拡散信号出力手段が含まれる干渉キャンセル手段に入力される拡散信号とに基づいて、所定タイミングで評価する評価手段と、該評価手段による評価結果に従い、該干渉レプリカ拡散信号出力手段により出力される干渉レプリカ拡散信号を修正する修正手段と、を含んでいる。

【0065】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について図面に基づき詳細に説明する。

【0066】実施の形態1.

(1) 全体構成

(1-1) 概要

図1は、本発明の実施の形態1に係る干渉キャンセル装置の機能構成を示す図である。同図に示す干渉キャンセル装置10は、DS-SSMA基地局に設けられるものである。

【0067】干渉キャンセル装置10は、第1ステージ12-1~第Nステージ12-Nを含んで構成されており、複数のユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号Rb(ベースバンド信号)から、ユーザ間の相互干渉を低減しつつ、第1ユーザ~第Mユーザに係る復調信号R1~RMを出力するものである。ここで、N、Mはともに1以上の整数である。

【0068】まず、第1ステージ12-1には、M人のユーザの各々に対応したICU(干渉キャンセルユニット)14-1-1~14-1-Mが設けられている。また、ICU14-1-1~14-1-Mの各々に対応して、遅延素子16-1-1~16-1-Mと、加算器18-1-1~18-1-Mとが設けられている。

【0069】同様に、第2ステージ12-2~第(N-1)ステージ12-(N-1)には、M人のユーザの各々に対応したICU14-n-1~14-n-Mが設けられている( $2 \leq n \leq N-1$ )。また、ICU14-n

-1~14-n-Mの各々に対応して、遅延素子16-n-1~16-n-Mと、加算器18-n-1~18-n-Mと、が設けられている( $2 \leq n \leq N-1$ )。

【0070】また、最終ステージである第Nステージ12-Nにも、M人のユーザの各々に対応したICU14-N-1~14-N-Mが設けられている。また、ICU14-N-1~14-N-(M-1)の各々に対応して、遅延素子16-N-1~16-N-(M-1)と、加算器18-N-1~18-N-(M-1)と、が設けられている。ICU14-N-Mに対応する遅延素子と加算器は必要ない。

【0071】干渉キャンセル装置10には、さらにレベルランキング回路20が設けられており、第1ユーザ~第Mユーザに係るユーザ信号に対して信号レベルの順位付けを行い、その順位付けに従ってICU14-n-mに対してユーザの割当を行うようになっている。具体的には、各ステージにおいて信号レベルの高いユーザから低いユーザに向かって、順にICU14-n-1~14-n-Mが割り当てられる。

【0072】なお、干渉キャンセル装置10をハードウェアにより実現する場合、全てのステージについて実際にハードウェアを用意する必要はない。例えば1ステージ分だけをハードウェア化しておいて、それを順に次ステージのハードウェアとして使いまわすようにすればよい。

【0073】(1-2) 第1ステージ

第1ステージ12-1では、受信拡散信号RbがICU14-1-1に入力されており、そこで干渉レプリカ $h_{1,1}$ と干渉残差推定信号 $e_{1,1}$ が生成されるようになっている。干渉レプリカ $h_{1,1}$ はICU14-2-1に供給され、干渉残差推定信号 $e_{1,1}$ は加算器18-1-1に供給されている。以降、干渉レプリカ $h_{n,m}$ とは、ICU14-n-mで推定された、受信拡散信号Rbに含まれる第mユーザに係る信号成分(逆拡散信号)である。一方、干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ とは、仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ に対して後述する重み係数 $\alpha$ を乗算したものであり、仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ は、ICU14-n-mに入力された拡散信号(受信拡散信号Rb又は誤差信号 $r_{n,m-1}$ ,  $r_{n-1,M}$ )に含まれる第mユーザに係る信号成分(拡散信号)である。

【0074】加算器18-1-1は、ICU14-1-1から出力される干渉残差推定信号 $e_{1,1}$ を、遅延素子16-1-1を経由した受信拡散信号Rbから減じ、それを誤差信号 $r_{1,1}$ として出力する。この誤差信号 $r_{1,1}$ はICU14-1-2と遅延素子16-1-2とに供給される。

【0075】ICU14-1-mは、誤差信号 $r_{1,m-1}$ が入力されており、そこで干渉レプリカ $h_{1,m}$ と干渉残差推定信号 $e_{1,m}$ が生成されるようになっている( $2 \leq m \leq M$ )。干渉レプリカ $h_{1,m}$ は、第mユーザに対応し

て次ステージに設けられたICU14-2-mに供給されている。加算器18-1-mは、ICU14-1-mから出力される干渉残差推定信号 $e_{1,m}$ を、遅延素子16-1-mを経由した誤差信号 $r_{1,m-1}$ から減じ、それを誤差信号 $r_{1,m}$ として出力する。誤差信号 $r_{1,m}$ はICU14-1-(m+1)と遅延素子16-1-(m+1)とに供給されるが( $2 \leq m \leq M-1$ )、ICU14-1-Mから出力される誤差信号 $r_{1,M}$ だけは、第2ステージ12-2の最上位に接続されているICU14-2-1及び遅延素子16-2-1に供給される。

【0076】(1-3) 中間ステージ

第2ステージ12-2~第(N-1)ステージ12-(N-1)では、ICU14-n-1は、前ステージにて同一ユーザに対応して設けられているICU14-(n-1)-1から供給される干渉レプリカ $h_{n-1,1}$ と、前ステージの最後尾に接続されているICU14-(n-1)-Mから供給される干渉残差推定信号 $e_{n-1,M}$ と、が入力されており、そこで干渉レプリカ $h_{n,1}$ と干渉残差推定信号 $e_{n,1}$ が生成される( $2 \leq n \leq N-1$ )。干渉レプリカ $h_{n,1}$ は、次ステージにおいて第1ユーザに対応づけて設けられたICU14-(n+1)-1に供給され、一方、干渉残差推定信号 $e_{n,1}$ は加算器18-n-1に供給される。

【0077】加算器18-n-1は、ICU14-n-1から出力される干渉残差推定信号 $e_{n,1}$ を、遅延素子16-n-1を経由した誤差信号 $r_{n-1,M}$ から減じ、それを誤差信号 $r_{n,1}$ として出力する。この誤差信号 $r_{n,1}$ はICU14-n-2と遅延素子16-n-2とに供給される( $2 \leq n \leq N-1$ )。

【0078】ICU14-n-mは、誤差信号 $r_{n,m-1}$ と、前ステージにて同一ユーザに対応づけて設けられているICU14-(n-1)-mから出力される干渉レプリカ $h_{n-1,m}$ と、が入力されており、そこで干渉レプリカ $h_{n,m}$ と干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ とが生成されるようになっている( $2 \leq n \leq N-1$ ;  $2 \leq m \leq M$ )。干渉レプリカ $h_{n,m}$ は、次ステージにおいて第mユーザに対応づけて設けられたICU14-(n+1)-mに供給され、一方、干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ は加算器18-n-mに供給されている。

【0079】加算器18-n-mは、ICU14-n-mから出力される干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ を、遅延素子16-n-mを経由した誤差信号 $r_{n,m-1}$ から減じ、それを誤差信号 $r_{n,m}$ として出力する。誤差信号 $r_{n,m}$ はICU14-n-(m+1)と遅延素子16-n-(m+1)とに供給されるが( $2 \leq n \leq N-1$ ;  $2 \leq m \leq M-1$ )、ICU14-n-Mから出力される誤差信号 $r_{n,M}$ だけは、第(n+1)ステージ12-(n+1)の最上位に接続されているICU14-(n+1)-1及び遅延素子16-(n+1)-1に供給される。

【0080】(1-4) 最終ステージ

最後に、第Nステージ12-Nでは、最上位のICU14-N-1に、前ステージにて同一ユーザに対応して設けられているICU14-(N-1)-1から供給される干渉レプリカ $h_{N-1,1}$ と、前ステージの最後尾に接続されているICU14-(N-1)-Mから供給される干渉残差推定信号 $e_{N-1,M}$ と、が入力されており、そこで第1ユーザに係る復調信号 $R_1$ と干渉残差推定信号 $e_{N,1}$ とが生成される。復調信号 $R_1$ は図示しない基地局上位装置に供給される。また、干渉残差推定信号 $e_{N,1}$ は加算器18-N-1に供給される。

【0081】加算器18-N-1は、ICU14-N-1から出力される干渉残差推定信号 $e_{N,1}$ を、遅延素子16-N-1を経由した誤差信号 $r_{N-1,M}$ から減じ、それを誤差信号 $r_{N,1}$ として出力する。この誤差信号 $r_{N,1}$ はICU14-N-2と遅延素子16-N-2とに供給される。

【0082】ICU14-N-mには、前ステージにて同一ユーザに対応づけて設けられているICU14-(N-1)-mから出力される干渉レプリカ $h_{N-1,m}$ と、誤差信号 $r_{N,m-1}$ が入力されており、そこで第mユーザに係る復調信号 $R_m$ と干渉残差推定信号 $e_{N,m}$ とが生成されるようになっている( $2 \leq m \leq M-1$ )。復調信号 $R_m$ は図示しない基地局上位装置に供給される。

干渉残差推定信号 $e_{N,m}$ は加算器18-N-mに供給される。

【0083】加算器18-N-mは、ICU14-N-mから出力される干渉残差推定信号 $e_{N,m}$ を、遅延素子16-N-mを経由した誤差信号 $r_{N,m-1}$ から減じ、それを誤差信号 $r_{N,m}$ として出力する( $2 \leq m \leq M-1$ )。このうち、誤差信号 $r_{N,m}$ は( $2 \leq m \leq M-2$ )、ICU14-N-(m+1)と遅延素子16-N-(m+1)とに供給され、誤差信号 $r_{N,M-1}$ はICU14-N-Mのみに供給される。

【0084】ICU14-N-Mには、前ステージにて第Mユーザに対応づけて設けられているICU14-(N-1)-Mから出力される、干渉レプリカ $h_{N-1,M}$ と、上位側に設けられているICU14-N-(M-1)から誤差信号 $r_{N,M-1}$ が入力されている。そして、そこで第Mユーザに係る復調信号 $R_M$ が生成されるようになっている。この復調信号 $R_M$ も図示しない基地局上位装置に供給される。

【0085】(2) ICUの構成

図2は、ICU14-n-mの構成を示す図である( $1 \leq n \leq N$ ;  $1 \leq m \leq M$ )。ICU14-n-mは、ICU本体22と修正処理部24とを含んでおり、ICU本体22は誤差信号入力端子64と干渉レプリカ入力端子66と干渉レプリカ出力端子68とを備え、修正処理部24は干渉残差推定信号出力端子70を備えている。ICU14-n-mに備えられた誤差信号入力端子64には原則として誤差信号 $r_{n,m-1}$ が入力されるが、n, m

がともに1の場合、受信拡散信号 $R_b$ が入力される。また、 $n$ が2以上 $N$ 未満であり $m$ が1の場合には誤差信号 $r_{n-1,m}$ が入力される。また、ICU14-n-mに備えられた干渉レプリカ入力端子66には原則として干渉レプリカ $h_{n-1,m}$ が入力されるが、 $n$ が1の場合には何も入力されない。さらに、ICU14-n-mに備えられた干渉レプリカ出力端子68からは干渉レプリカ $h_{n,m}$ が出力され、干渉残差推定信号出力端子70からは干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ が出力される。また、ICU14-n-mは図1に示した干渉キャンセル装置10に適用されるが、この際、特に第 $N$ ステージ12-Nにおいては、硬判定部40の出力が復調信号 $R_m$ として外部出力される(図示せず)。

【0086】ICU本体22は、前段フィンガ28と、RAKE合成部38と、硬判定部40と、後段フィンガ42と、を含んで構成されている。ここで、前段フィンガ28及び後段フィンガ42はマルチパスに応じて複数設けられる。各前段フィンガ28は、逆拡散部30と、加算器32と、伝送路推定部34と、乗算器36と、を含んで構成されている。一方、後段フィンガ42は、乗算器44と、加算器46と、拡散部48と、を含んで構成されている。

【0087】誤差信号入力端子64から入力される誤差信号 $r_{n,m-1}$ 等の拡散信号は、各前段フィンガ28に平行に入力され、それぞれに備えられている逆拡散部30にてパス毎に逆拡散される。この逆拡散部30及び拡散部48で用いる拡散コードはレベルランキング回路20から与えられる。逆拡散部30から出力される逆拡散信号は加算器32にて干渉レプリカ入力端子66から供給される干渉レプリカ $h_{n-1,m}$ (又はヌル信号)と加算される。加算器32の出力は伝送路推定部34と乗算器36とに供給される。伝送路推定部34では、例えば入力される信号に含まれるパイロット信号部分を利用して、伝送路で生じた位相差及び信号レベル差を検出し、それら情報を含む伝送路推定信号を乗算器36及び後段フィンガ42に含まれる乗算器44に供給する。乗算器36では、伝送路推定信号の共役信号と加算器32の出力とを掛け合わせ、これにより伝送路で生じた位相差及び信号レベル差をキャンセルした信号を生成する。

【0088】RAKE合成部38では各前段フィンガ28の乗算器36で生成された信号を同相化して加算す

$$d_{n,m}(i) = r_{n,m-1}(i) - e'_{n,m}(i) \quad \dots (1)$$

・ $m$ が1の場合

$$d_{n,m}(i) = r_{n-1,M}(i) - e'_{n,m}(i) \quad \dots (2)$$

・ $n, m$ がともに1の場合

$$d_{n,m}(i) = R_b(i) - e'_{n,m}(i) \quad \dots (3)$$

この信号 $d_{n,m}(i)$ は加算器56に供給されており、そこで1シンボルに亘り各チップにおける信号 $d_{n,m}(i)$ の電力レベルが加算される。例えば拡散率が64の場合、64チップ分の信号 $d_{n,m}(i)$ の電力レ

る。そして、硬判定部40ではRAKE合成部38の出力信号を硬判定する。硬判定結果は再び後段フィンガ42に平行に入力され、それぞれに含まれる乗算器44にて伝送路推定部34から供給される伝送路推定信号と乗算される。これにより、伝送路で生じた位相差及び信号レベル差が硬判定結果に再び付加される。この乗算器44の出力は干渉レプリカ出力端子68から干渉レプリカ $h_{n,m}$ として出力される。つまり、干渉レプリカ $h_{n,m}$ は、受信拡散コード $R_b$ に含まれる第 $m$ ユーザのユーザ信号に関する推定信号(逆拡散信号)である。この干渉レプリカ $h_{n,m}$ は加算器46にも供給されている。

【0089】加算器46には負符号が与えられた干渉レプリカ $h_{n-1,m}$ も入力されており、そこで両者が加算される。要するに、加算器46では干渉レプリカ $h_{n,m}$ から干渉レプリカ $h_{n-1,m}$ を減算した信号が生成される。加算器46の出力は拡散部48に供給されており、ここで第 $m$ ユーザに対応する拡散コードにて再び周波数拡散される。各後段フィンガ42の拡散部48から出力される信号は加算器50にて足し合わされ、仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ が生成される。この仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ は修正処理部24に入力される。仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ は、干渉レプリカ $h_{n,m}$ から干渉レプリカ $h_{n-1,m}$ を減算した信号を、再び第 $m$ ユーザに対応する拡散コードにて周波数拡散し、それをパス合成したものであるが、要するに、この仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ は、誤差信号入力端子64から入力される拡散信号に含まれる第 $m$ ユーザに係る信号成分に対する推定信号(拡散信号)となっている。

【0090】修正処理部24は、加算器52と、加算器54と、加算器56と、評価部58と、重み係数供給部60と、乗算器62と、を含んで構成されている。加算器52には遅延素子26を介して誤差信号入力端子64から入力された誤差信号 $r_{n,m-1}$ 等が入力されるとともに、加算器50から出力される仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ が負符号を与えられて入力されており、次式(1)~(3)に示される、両者の差に対応する信号 $d_{n,m}$ が生成される。これらの式において、 $i$ はチップ単位で計測した時刻である。

【0091】

【数1】

ベルが加算される。その値は評価部58に供給される。

【0092】遅延素子26から供給される誤差信号 $r_{n,m-1}$ 等は加算器52に供給されるとともに、加算器54にも供給されている。ここでは、誤差信号 $r_{n,m-1}$ 等

の各チップ時刻での電力レベルがシンボル時間分だけ加算される。例えば拡散率が64の場合、64チップ分の誤差信号 $r_{n,m-1}(i)$ の電力レベルが加算される。その値は評価部58に供給される。ここでも、 $i$ はチップ単位で計測した時刻である。

【0093】評価部58では次式(4)～(6)を満足

$$\sum_i |d_{n,m}(i)|^2 > \sum_i |r_{n,m-1}(i)|^2 \quad \dots (4)$$

・ $m$ が1の場合

$$\sum_i |d_{n,m}(i)|^2 > \sum_i |r_{n-1,M}(i)|^2 \quad \dots (5)$$

・ $n, m$ がともに1の場合

$$\sum_i |d_{n,m}(i)|^2 > \sum_i |R_b(i)|^2 \quad \dots (6)$$

評価部58では、式(4)～(6)が満足されない場合には、仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ の信頼性が高いと判断し、1又は1に近い重み係数 $\alpha$ を出力するよう、重み係数供給部60に対して指示する。一方、式(4)～(6)が満足されている場合には、仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ の信頼性が低いと判断し、1未満であって先程の重み係数 $\alpha$ よりは小さな値の重み係数 $\alpha$ を出力するよう、重み係数供給部60に対して指示する。信号 $d_{n,m}$ は、ICU14-n-mにて生成される仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ を誤差信号 $r_{n,m-1}$ から除去したものであり、ICU14-n-mでの信号処理が所期のものである限り、その電力レベルは元々の誤差信号 $r_{n,m-1}$ 等の信号レベルよりも小さくなっているはずである。評価部58では、かかる事情を考慮して、仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ の信頼性を評価しているのである。

【0095】重み係数供給部60からは評価部58の指示に応じた重み係数 $\alpha$ が出力され、それが乗算器62に供給される。乗算器62ではチップ単位で仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ と重み係数 $\alpha$ とが乗算され、そこで最終的な干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ が生成される。

【0096】このようにすれば、ICU14-n-mから出力される干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ の信頼性が低いと判断される場合であっても、その信号の電力レベルは元となった仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ の電力レベルよりも減衰されるため、誤差信号 $r_{n,m}$ に与える影響も小さなものに抑えることができる。このため、ICU14-n-mでの信号処理の信頼性が低い場合(特に伝送路推定部34での伝送路推定精度が低い場合)に、それがICU14-n-m以降での信号処理に対して与える影響を低減できる。一方、ICU14-n-mから出力される干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ の信頼性が高いと判断される場合、その電力レベルは元の仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ の電力レベルと同等に維持されるため、誤差信号 $r_{n,m}$ に対して十分な影響を及ぼすことができ、この誤差信号 $r_{n,m}$ を用いたICU14-n-m以降における信号処理を効率のよいものとすることができる。この結果、誤差信号 $r_{n,m}$ 等の収束を早めることができ、復調信号のBER特性を向上させることができる。

【0097】(3)変形例

するか否かを調べることにより、ICU14-n-mで生成した仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ の信頼性を評価する。ここで、 $\sum_i$ は1シンボル分、各チップの値を順に足し合わせる演算を意味している。

【0094】

【数2】

以上説明した実施の形態1に係る干渉キャンセル装置10は種々の変形実施が可能である。

【0098】(3-1)パス毎の信頼性評価

図2において仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ は複数の後段フィンガ42からの出力を足し合わせたものであり、これに重み係数 $\alpha$ を乗算したものが干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ となっている。この場合、複数の後段フィンガ42からの出力に対して一律に同じ重み係数 $\alpha$ が乗算されていることになる。これに対し、後段フィンガ42から出力される信号毎に信頼性を評価し、それら信号毎に個別に重み係数 $\alpha$ を乗算してもよい。言い換えれば、仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ の信頼性を、該仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ を構成するパス成分毎に評価し、それらパス成分毎に重み係数 $\alpha$ を乗算してもよい。干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ は、それら重み係数 $\alpha$ が乗算されたパス成分を足し合わせることで生成される。

【0099】図3は、変形例に係るICUの構成を示す図である。同図に示すICU14a-n-mは、図2に示すICU14-n-mに代えて干渉キャンセル装置10に用いられるものである。同図において特徴的なことは、図2に示される修正処理部24に代えて複数のパス別修正処理部72と加算器86とを設けたことである。それ以外の構成については、図2に示されるICU14-n-mと同様であるので、ここでは同一構成については同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

【0100】本変形例においては、後段フィンガ42から出力される信号(ここでは「パス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ 」という。 $j$ はパスを識別するための添え字である。)は、それぞれ対応するパス別修正処理部72に設けられた加算器74と乗算器84とに供給される。パス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ を全パスについて加算したものが、上述した仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ となる。パス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(i)$ は負符号を与えられて加算器74に供給されている。また、誤差信号入力端子64から入力される誤差信号 $r_{n,m-1}$ 等も、遅延素子26を介してICU本体22での処理時間だけ遅延を与えられ、複数のパス別修正処理部72に含まれる各加算器74に分配されている。加算器74では、次式に示すように、両信号の差にあたる信号



$d_{n,m}(j)(i)$  が生成される。

【数3】

【0101】

$$d_{n,m}(j)(i) = r_{n,m-1}(i) - e'_{n,m}(j)(i) \quad \dots (7)$$

・  $m$  が 1 の場合

$$d_{n,m}(j)(i) = r_{n-1,M}(i) - e'_{n,m}(j)(i) \quad \dots (8)$$

・  $n, m$  がともに 1 の場合

$$d_{n,m}(j)(i) = Rb(i) - e'_{n,m}(j)(i) \quad \dots (9)$$

この信号  $d_{n,m}(j)(i)$  は加算器 78 に供給されており、そこでシンボル時間分、各チップにおける信号  $d_{n,m}(j)(i)$  の電力レベルが順に加算される。例えば拡散率が 64 の場合、64 チップ分の信号  $d_{n,m}(i)$  の電力レベルが加算される。その値は評価部 58 に供給される。

【0102】遅延素子 26 から供給される誤差信号  $r_{n,m-1}$  等は加算器 78 に供給されるとともに、加算器 76 にも供給されている。ここでは、誤差信号  $r_{n,m-1}$  等の各チップ時刻での電力レベルが 1 シンボル時間に亘り順に加算される。例えば拡散率が 64 の場合、64 チップ

$$\sum_i |d_{n,m}(j)(i)|^2 > \sum_i |r_{n,m-1}(i)|^2 \quad \dots (10)$$

・  $m$  が 1 の場合

$$\sum_i |d_{n,m}(j)(i)|^2 > \sum_i |r_{n-1,M}(i)|^2 \quad \dots (11)$$

・  $n, m$  がともに 1 の場合

$$\sum_i |d_{n,m}(j)(i)|^2 > \sum_i |Rb(i)|^2 \quad \dots (12)$$

評価部 80 では、式 (10) ~ (12) が満足されない場合には、パス別仮干渉残差推定信号  $e'_{n,m}(j)$  の信頼性が高いと判断し、1 又は 1 に近い重み係数  $\alpha$  を出力するよう、重み係数供給部 82 に対して指示する。一方、式 (10) ~ (12) が満足されている場合には、パス別仮干渉残差推定信号  $e'_{n,m}(j)$  の信頼性が低いと判断し、1 未満であって先程の重み係数  $\alpha$  より小さな値の重み係数  $\alpha$  を出力するよう、重み係数供給部 82 に対して指示する。重み係数供給部 82 からは評価部 80 の指示に応じた重み係数  $\alpha$  が出力され、それが乗算器 84 に供給される。乗算器 84 ではチップ単位でパス別仮干渉残差推定信号  $e'_{n,m}(j)$  と重み係数  $\alpha$  とが乗算され、そこでパス別干渉残差推定信号  $e_{n,m}(j)$  が生成される。このパス別干渉残差推定信号  $e_{n,m}(j)$  は加算器 86 に供給され、そこで全てのパス別修正処理部 72 から出力されるパス別干渉残差推定信号  $e_{n,m}(j)$  が加算され、最終的な干渉残差推定信号  $e_{n,m}$  が生成される。

【0105】図 2 に示される ICU14-n-m では、硬判定部 40 にて仮判定が正しく行われたとしても、一部のパスに係る伝送路推定部 34 にて著しい伝送路推定誤差が生じていた場合には、その誤った伝送路推定情報

プ分の誤差信号  $r_{n,m-1}(i)$  の電力レベルが加算される。その値は評価部 58 に供給される。ここでも、 $i$  はチップ単位で計測した時刻である。

【0103】評価部 80 では次式 (10) ~ (12) を満足するか否かを調べることにより、パス別仮干渉残差推定信号  $e'_{n,m}(j)$  の信頼性を評価する。ここで、 $\sum_i$  は 1 シンボルに亘り各チップの値を順に足し合わせる演算を意味している。

【0104】

【数4】

が乗算器 44 に供給されてしまい、仮干渉残差推定信号  $e'_{n,m}$  の信頼性が低くなってしまう。これに対し、本変形例に係る ICU14a-n-m では、パス別干渉残差推定信号  $e_{n,m}(j)$  毎に信頼性を評価し、重み係数  $\alpha$  を設定している。このため、パス間で伝送路推定の信頼性にばらつきが生じている場合にも、適切に修正した干渉残差推定信号  $e_{n,m}$  を出力することができる。この結果、誤差信号  $r_{n,m}$  等の収束を早めることができ、復調信号の BER 特性を向上させることができる。

【0106】(3-2) 評価タイミング

パス別干渉残差推定信号  $e_{n,m}(j)$  毎に信頼性評価を行い、パス毎に重み係数  $\alpha$  を設定することにより、復調信号の BER 特性を向上させることができる。その反面、取り扱うパス数に比例して信頼性評価のための演算量が增加する。

【0107】そこで、以上の説明では全てのチップに対して加算器 74 ~ 78 での信号加算が行われるようにしたのに対し、1 シンボル中の一部のチップに対してのみ加算器 74 ~ 78 での信号加算が行われるようにしてもよい。図 4 は、この様子を示している。同図においては、1 シンボルが 64 チップから構成される場合を示し

ており、図中斜線を示した部分が演算対象となるチップである。この図に示すように、本変形例では、一シンボル分の誤差信号 $r_{n,m-1}(i)$ 、パス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)(i)$ のうち、先頭部8チップ、中間部8チップ、後部8チップの3つのみを対象にして、信号 $d_{n,m}(j)(i)$ の電力レベルを算出し、それらを加算する。さらに誤差信号 $r_{n,m-1}(i)$ についても、一シンボルのうち、先頭部8チップ、中間部8チップ、後部8チップの3つを加算する。つまり加算器74~78では1シンボルのうち24チップのみを演算の対象とする。そして、評価部80では、これら24チップ分の加算結果を比較することにより、パス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ の信頼性を評価する。

【0108】こうしても、高精度な伝送路推定が行われた場合、或いは著しい伝送路推定誤差が生じている場合には、1シンボルを構成する全てのチップについて演算を行わなくても、 $|d_{n,m}(j)(i)|^2$ と $|r_{n,m}(i)|^2$ との間に明らかな差が生じるため、十分な精度でパス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ の信頼性を評価することができる。

【0109】さらに、重み係数 $\alpha$ を更新する周期を、ICU14a-n-mにおける伝送路推定処理の処理対象信号単位を基準にして定めても良い。ここでは、この処理対象信号単位をスロットと呼ぶ。例えば、図5(a)に示すように、第mスロットの中間部にあるシンボル群A(例えば8シンボル)と後部にあるシンボル群B(例えば8シンボル)を加算器74~78での演算対象とし、そこでの演算結果を用いてパス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ の信頼性を評価し、その評価結果に対応する重み係数 $\alpha$ を第(m+1)スロットの全てのシンボルに対して乗算するようにしてもよい。この場合、重み係数 $\alpha$ は1スロット毎に更新される。

【0110】また、同図(b)に示すように、1スロットがJシンボルからなる場合に、先頭のシンボル群C(例えば8シンボル)を用いてパス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ の信頼性を評価し、その評価結果に対応する重み係数 $\alpha$ を期間Eに対して適用し、シンボル群Cよりも1/2スロット遅れて入力されるシンボル群D(例えば8シンボル)を用いて再びパス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ の信頼性を評価し、その評価結果に対応する重み係数 $\alpha$ を今度は期間Fに対して適用するようにしてもよい。この場合、重み係数 $\alpha$ は1/2スロット毎に更新される。その他、重み係数 $\alpha$ の更新周期を1/3スロット、1/4スロットなどにしてもよい。

【0111】こうすれば、パス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ に対する信頼性評価に要する演算量を大幅に削減することができる。このように演算量を大幅に削減したとしても、上述したようにパス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ の信頼性評価は伝送路推定部34での伝送路推定処理の成否に大きく依存するため、そこでの処理

対象信号単位を基準に重み係数 $\alpha$ を更新すれば、必要十分にパス別仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}(j)$ を修正することができる。また、シンボル群A~Dを用いた信頼性の評価において、それらシンボル群A~Dを構成する一部のチップのみを実際の演算対象とすれば、さらに信頼性評価のための演算量を削減することができるようになる。

【0112】また、本変形例の場合、特に評価部58の後段に重み係数供給部60を設け、そこから乗算器62に対して重み係数 $\alpha$ を供給するようにしているため、評価演算による遅延の影響を最小限に抑えることができる。

【0113】さらに、以上の評価タイミングについての変形例は、もちろん図2に示すパス毎の評価をしない形態のICU14-n-mにも、同様に適用可能である。

【0114】実施の形態2。

(1) 全体構成

(1-1) 概要

図6は、本発明の実施の形態2に係る干渉キャンセル装置の機能構成を示す図である。同図に示す干渉キャンセル装置100は、DS-CDMA基地局に設けられるものであり、この干渉キャンセル装置100にも、実施の形態1と同様、本発明を適用することができる。

【0115】干渉キャンセル装置100は、第1ステージ102-1~第Nステージ102-Nを含んで構成されており、複数のユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号Rbから、ユーザ間の相互干渉を低減しつつ、第1ユーザ~第Mユーザに係る復調信号R1~RMを出力するものである。ここで、N、Mはともに1以上の整数である。

【0116】まず、第1ステージ102-1においては、M人のユーザの各々に対応したICU104-1-1~104-1-Mが並列に接続されている。また、同第1ステージ102-1には、遅延素子106-1と加算器108-1とが設けられている。

【0117】第2ステージ102-2~第(N-1)ステージ102-(N-1)のそれぞれにおいても、同様に、M人のユーザの各々に対応したICU104-n-1~104-n-Mが並列に接続されている(2≤n≤N-1)。また、第nステージ102-nには、遅延素子106-nと加算器108-nとが設けられている(2≤n≤N-1)。

【0118】最終ステージである第Nステージ102-Nにも、M人のユーザの各々に対応して並列に接続されたICU104-N-1~104-N-Mが設けられているが、ここには遅延素子及び加算器は必要ない。ICU104-N-1~104-N-Mからは復調信号R1~RMがそれぞれ出力される。

【0119】各ステージに設けられたICU104-n-mには、図2に示したICU14-n-mや、図3に

示したICU14a-n-mと同一構成を利用することができる。

【0120】また、本干渉キャンセル装置100をハードウェアにより実現する場合、全てのステージについて実際にハードウェアを用意する必要はない。例えば1ステージ分だけハードウェア化しておいて、それを順に次ステージのハードウェアとして使いまわすようにすればよい。

#### 【0121】(1-2) 第1ステージ

第1ステージ102-1に設けられたICU104-1-1~104-1-Mには、ともに受信拡散信号Rbが入力されている。すなわち、第1ステージ102-1に設けられた全てのICU104-1-1~104-1-Mにおいて、それらに備えられている誤差信号入力端子64(図2参照)には、ともに受信拡散信号Rbが入力されている。ICU104-1-1~104-1-Mからは干渉残差信号 $e_{1,m}$ ( $1 \leq m \leq M$ )が出力されており、それらが負符号を与えられて加算器108-1に供給されている。加算器108-1には遅延素子106-1を経由した受信拡散信号Rbも入力されており、受信拡散信号Rbから全ての干渉残差推定信号 $e_{1,m}$ を引き去った信号が次ステージに誤差信号 $r_1$ として供給される。遅延素子106-1は、ICU104-1-mの信号処理に要する時間だけ入力信号に遅延を与える回路である。さらに、ICU104-1-mからは夫々干渉レプリカ $h_{1,m}$ が出力されており( $1 \leq m \leq M$ )、それらは次ステージにおいて対応して設けられたICU104-2-mに供給されている。

#### 【0122】(1-3) 中間ステージ

第nステージ102-nでは、ICU104-n-mに対して前ステージで生成された誤差信号 $r_{n-1}$ が入力されている( $2 \leq n \leq N-1$ ;  $1 \leq m \leq M$ )。換言すれば、第nステージ102-nに設けられた全てのICU104-n-mにおいて( $2 \leq n \leq N-1$ ;  $1 \leq m \leq M$ )、そこに備えられている誤差信号入力端子64には前ステージで生成された誤差信号 $r_{n-1}$ が入力される。

【0123】ICU104-n-mでは、誤差信号 $r_{n-1}$ と、前ステージから供給される干渉レプリカ $h_{n-1,m}$ と、に基づいて干渉残差信号 $e_{n,m}$ が生成される( $2 \leq n \leq N-1$ ;  $1 \leq m \leq M$ )。それらは負符号を与えられて加算器108-nに供給されている。加算器108-nには遅延素子106-nを経由した誤差信号 $r_{n-1}$ も入力されており、誤差信号 $r_{n-1}$ から全ての干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ を引き去った信号が次ステージに誤差信号 $r_n$ として供給される。遅延素子106-nは、ICU104-n-mの信号処理に要する時間だけ入力信号に遅延を与える回路である。さらに、ICU104-n-mからはそれぞれ干渉レプリカ $h_{n,m}$ が出力されており( $2 \leq n \leq N-1$ ;  $1 \leq m \leq M$ )、それらは次ステージにおいて対応して設けられたICU104-(n+1)

-mに供給されている。

#### 【0124】(1-4) 最終ステージ

第Nステージ102-Nでは、ICU104-N-mに対して前ステージで生成された誤差信号 $r_{N-1}$ が入力されている( $1 \leq m \leq M$ )。換言すれば、第Nステージ102-Nに設けられた全てのICU104-N-mにおいて( $1 \leq m \leq M$ )、そこに備えられている誤差信号入力端子64には前ステージで生成された誤差信号 $r_{N-1}$ が入力される。

【0125】ICU104-N-mでは、誤差信号 $r_{N-1}$ と、第(N-1)ステージ102-(N-1)の対応するICU104-(N-1)-mから供給される干渉レプリカ $h_{N-1,m}$ と、に基づいて第mユーザに係る復調信号 $R_m$ が生成される( $1 \leq m \leq M$ )。この復調信号 $R_m$ は外部出力された後、図示しない基地局上位装置に送られる。

#### 【0126】(2) ICUの構成

上述したように、ICU104-n-mとしては、図2に示したICU14-n-mや、図3に示したICU14a-n-mと、同一構成を採用することができる。

【0127】以上説明した干渉キャンセル装置100においても、ICU104-n-mでの信号処理の信頼性が低い場合(特に伝送路推定部34での伝送路推定精度が低い場合)に、それが次ステージ以降での信号処理に対して与える影響を低減できる。逆に、ICU104-n-mから出力される干渉残差推定信号 $e_{n,m}$ の信頼性が高いと判断される場合、その電力レベルは元の仮干渉残差推定信号 $e'_{n,m}$ の電力レベルと同等に維持され、誤差信号 $r_n$ に対して十分な影響を及ぼすことができ、この誤差信号 $r_n$ を用いた次ステージ以降における信号処理を効率のよいものとすることができる。この結果、誤差信号 $r_n$ 等の収束を早めることができ、復調信号 $R_m$ のBER特性を向上させることができる。

#### 【0128】(3) 変形例

以上説明した実施の形態2に係る干渉キャンセル装置100は種々の変形実施が可能である。例えば、実施の形態1に係る干渉キャンセル装置10と実施の形態2に係る干渉キャンセル装置100とを組合せて、いわゆるシリアル/パラレルハイブリッド構成の干渉キャンセル装置としてもよい。この場合も、図2に示したICU14-n-mや、図3に示したICU14a-n-mと、同一構成のICUを用いることにより、少ないステージ数であっても好適にユーザ間の干渉を低減することができるようになる。

#### 【0129】実施の形態3.

##### (1) 全体構成

##### (1-1) 概要

図7は、本発明の実施の形態3に係る干渉キャンセル装置の機能構成を示す図である。同図に示す干渉キャンセル装置200は、DS-CDMA基地局に設けられるも

のであり、この干渉キャンセル装置200にも、実施の形態1又は2と同様、本発明を適用することができる。

【0130】干渉キャンセル装置200は、第1ステージ202-1～第Nステージ202-Nを含んで構成されており、複数のユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号Rbから、ユーザ間の相互干渉を低減しつつ、第1ユーザ～第Mユーザに係る復調信号R<sub>1</sub>～R<sub>M</sub>を出力するものである。ここで、N、Mはともに1以上の整数である。

【0131】まず、第1ステージ202-1においては、M人のユーザの各々に対応したICU204-1-1～204-1-Mが並列に接続されている。また、第1ステージ202-1には、遅延素子206-1、205-1と加算器208-1とが設けられている。

【0132】第2ステージ202-2～第(N-1)ステージ202-(N-1)のそれぞれにおいても、同様に、M人のユーザの各々に対応したICU204-n-1～204-n-Mが並列に接続されている(2≤n≤N-1)。また、第nステージ202-nには、遅延素子206-n、205-nと加算器208-nとが設けられている(2≤n≤N-1)。

【0133】第Nステージ202-Nにも、M人のユーザの各々に対応して並列に接続されたICU204-N-1～204-N-Mが設けられているが、ここには遅延素子及び加算器は必要ない。ICU204-N-1～204-N-Mからは復調信号R<sub>1</sub>～R<sub>M</sub>がそれぞれ出力される。

【0134】なお、本干渉キャンセル装置200をハードウェアにより実現する場合も、全てのステージについて実際にハードウェアを用意する必要はない。例えば1ステージ分だけハードウェア化しておいて、それを順に次ステージのハードウェアとして使いまわせばよい。

【0135】(1-2)第1ステージ  
第1ステージ202-1に設けられたICU204-1-1～204-1-Mには、ともに受信拡散信号Rbが入力されている。ICU204-1-mでは、受信拡散信号Rbに基づいて、第mユーザに係る干渉レプリカh<sub>1,m</sub>及び干渉レプリカ拡散信号H<sub>1,m</sub>を生成する(1≤m≤M)。

【0136】本実施の形態において、干渉レプリカh<sub>n,m</sub>は、ICU204-n-mに入力される拡散信号(受信拡散信号Rbや誤差信号r<sub>n-1</sub>)に含まれる第mユーザに対応する信号成分(逆拡散信号)であり、干渉レプリカ拡散信号H<sub>n,m</sub>は、仮干渉レプリカ拡散信号H'<sub>n,m</sub>に後述する重み係数αを乗算したものである。また、仮干渉レプリカ拡散信号H'<sub>n,m</sub>は、干渉レプリカh<sub>n,m</sub>を第mユーザに対応する拡散コードにて再度拡散した信号である。遅延素子206-nから出力される受信拡散信号RbはICU204-n-mに供給されており、重み係数αの値は該受信拡散信号Rbと仮干渉レ

プリカ拡散信号H'<sub>n,m</sub>とに基づいて決定される(1≤n≤N-1; 1≤m≤M)。

【0137】第1ステージ202-1においては、干渉レプリカ拡散信号H<sub>1,m</sub>が負符号を与えられて加算器208-1に供給されている(1≤m≤M)。また、加算器208-1には遅延素子206-1、205-1を経由した受信拡散信号Rbも入力されており、そこで両信号の差が生成される。この信号は誤差信号r<sub>1</sub>として第2ステージ202-2に供給される。なお、遅延素子206-1は、ICU204-1-mにおいて仮干渉レプリカ拡散信号H'<sub>1,m</sub>を生成するのに必要な時間、受信拡散信号Rbに遅延を与えるものであり、遅延素子205-1は該仮干渉レプリカ拡散信号H'<sub>1,m</sub>から干渉レプリカ拡散信号H<sub>1,m</sub>を生成するのに必要な時間、受信拡散信号Rbにさらに遅延を与えるものである。

【0138】(1-3)中間ステージ  
第nステージ202-nでは、ICU204-n-mに対して前ステージで生成された誤差信号r<sub>n-1</sub>が入力されている(2≤n≤N-1; 1≤m≤M)。ICU204-n-mでは、前ステージから供給される誤差信号r<sub>n-1</sub>に基づいて、第mユーザに係る干渉レプリカh<sub>n,m</sub>及び干渉レプリカ拡散信号H<sub>n,m</sub>を生成する(2≤n≤N-1; 1≤m≤M)。遅延素子206-nは、ICU204-n-mにおいて仮干渉レプリカ拡散信号H'<sub>n,m</sub>を生成するのに必要な時間、受信拡散信号Rbに遅延を与えるものであり、遅延素子205-nは該仮干渉レプリカ拡散信号H'<sub>n,m</sub>から干渉レプリカ拡散信号H<sub>n,m</sub>を生成するのに必要な時間、受信拡散信号Rbにさらに遅延を与えるものである。

【0139】第nステージ202-nにおいては、干渉レプリカ拡散信号H<sub>n,m</sub>が負符号を与えられて加算器208-nに供給されている。また、加算器208-1には遅延素子206-n、205-nを経由した誤差信号r<sub>n-1</sub>も入力されており、そこで両信号の差が生成される。この信号は誤差信号r<sub>n</sub>として次ステージに供給される。

【0140】(1-4)最終ステージ  
第Nステージ202-Nは、実施の形態2に係る干渉キャンセル装置100の第Nステージ102-Nと同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0141】(2)ICUの構成  
干渉キャンセル装置200に適用されるICU204-n-mの構成について説明する。図8は、ICU204-n-mの構成を示す図である。図2に示されたICU14-n-mと比較して、図8に示すICU204-n-mが特徴的な点は、ICU本体22aに含まれる後段フィンガ42aにおいて、図2に示される後段フィンガ42のような加算器46が設けられていない点、及び図2に示される修正処理部24に代えて修正処理部24aが設けられている点である。それ以外の構成について

は、図2に示されるICU14-n-mと同様であるので、ここでは同一構成については同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

【0142】まず、ICU204-n-mにおいては、後段フィンガ42aに、図2に示される後段フィンガ42のような加算器46が設けられておらず、前ステージから供給される干渉レプリカ $h_{n-1,m}$ も分配入力されていない。このため、拡散部48では干渉レプリカ $h_{n,m}$ を第mユーザに対応する拡散コードで再度拡散したものとなる。この出力を加算器50でパス合成したものを、仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ と呼ぶことにする。この仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ は修正処理部24aに供給される。

【0143】修正処理部24aは、図2に示される修正

$$d_{n,m}(i) = Rb - H'_{n,m}(i)$$

この信号 $d_{n,m}(i)$ は加算器56に供給されており、そこで1シンボルに亘り各チップにおける信号 $d_{n,m}(i)$ の電力レベルが加算される。その値は評価部58に供給される。受信拡散信号 $Rb$ は加算器52に供給される他、加算器54にも供給されている。ここでは、受信拡散信号 $Rb$ の各チップ時刻での電力レベルがシンボル時間分だけ加算される。それら加算値は評価部58に供給される。

【0145】評価部58では次式(14)を満足するか

$$\sum_i |d_{n,m}(i)|^2 > \sum_i |Rb(i)|^2 \quad \dots (14)$$

評価部58では、式(14)が満足されない場合には、仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ の信頼性が高いと判断し、1又は1に近い重み係数 $\alpha$ を出力するよう、重み係数供給部60に対して指示する。一方、式(14)が満足されている場合には、仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ の信頼性が低いと判断し、1未満であって先程の重み係数 $\alpha$ よりは小さな値の重み係数 $\alpha$ を出力するよう、重み係数供給部60に対して指示する。信号 $d_{n,m}$ は、ICU204-n-mにて生成される仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ を受信拡散信号 $Rb$ から除去したものであり、ICU204-n-mでの信号処理が所期のものである限り、その電力レベルは元々の受信拡散信号 $Rb$ の信号レベルよりも小さくなっているはずである。仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ は、ICU204-n-mに入力される拡散信号(受信拡散信号 $Rb$ や誤差信号 $r_{n-1}$ )に含まれる第mユーザに対応する信号成分を、再度第mユーザに対応する拡散コードで拡散した信号である。一方、受信拡散信号 $Rb$ は全てのユーザ、特に第mユーザに係る信号成分を未だ除去していない拡散信号(ユーザ信号成分未除去信号)である。そして、受信拡散信号 $Rb$ から仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ を差し引くと第mユーザに係る信号成分が除去された信号 $d_{n,m}$ が得られるが、この信号 $d_{n,m}$ は第mユーザに係る信号成分が未だ残っている受信拡散信号 $Rb$ に比して、信号レベルが低くなっていると考えられるのである。評価

処理部24と同様の構成を有し、特に加算器52、54の入力として、遅延素子206-nから出力される受信拡散信号 $Rb$ が受信拡散信号入力端子219から与えられる点異なる。この修正処理部24aでは、評価部58が仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ に対する信頼性を各チップ時刻に判断する。具体的には、加算器52には遅延素子206-1から出力される受信拡散信号 $Rb$ が入力されており、さらに加算器50から出力される仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ が負符号を与えられて入力されている。そうして、次式(13)に示される、両者の差に対応する信号 $d_{n,m}$ が生成される。同式において、 $i$ はチップ単位で計測した時刻である。

【0144】

【数5】

$$\dots (13)$$

否かを調べることにより、ICU204-n-mで生成した仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ の信頼性を評価する。ここで、 $\sum_i$ は1シンボル分、各チップの値を順に足し合わせる演算を意味している。また、 $Rb(i)$ はチップ時刻*i*における受信拡散信号 $Rb$ の値を表している。

【0146】

【数6】

$$\dots (14)$$

部58では、かかる事情を考慮して、仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ の信頼性を評価している。

【0147】重み係数供給部60からは評価部58の指示に応じた重み係数 $\alpha$ が出力され、それが乗算器62に供給される。乗算器62では、チップ単位で仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ に重み係数 $\alpha$ が乗算され、最終的な干渉レプリカ拡散信号 $H_{n,m}$ が生成される。この干渉レプリカ拡散信号 $H_{n,m}$ は干渉レプリカ拡散信号出力端子218から出力され、負符号が与えられた後、同じステージに設けられている加算器208-nに供給される。

【0148】以上説明した干渉キャンセル装置200においても、ICU204-n-mでの信号処理の信頼性が低い場合(特に伝送路推定部34での伝送路推定精度が低い場合)に、それが次ステージ以降での信号処理に対して与える影響を低減できる。また、ICU204-n-mから出力される干渉レプリカ拡散信号 $H_{n,m}$ の信頼性が高いと判断される場合、その電力レベルは元の仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ の電力レベルと同等に維持され、誤差信号 $r_n$ に対して十分な影響を及ぼすことができる。このため、この誤差信号 $r_n$ を用いた次ステージ以降における信号処理を効率のよいものとすることができる。この結果、誤差信号 $r_n$ 等の収束を早めることができ、復調信号 $R_m$ のBER特性を向上させることができる。

## 【0149】(3)変形例

本干渉キャンセル装置200においても、実施の形態1、2と同様、拡散部48の出力信号の信頼性を個別に評価することにより、仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ の信頼性をパス毎に行うようにしてもよい。この場合、その評価に従ってパス毎に重み係数 $\alpha$ を設定し、乗算することが望ましい。さらに、実施の形態1、2と同様、仮干渉レプリカ拡散信号 $H'_{n,m}$ に対する評価を一部のチップ及び一部のシンボルに基づいて行うようにしてもよい。

## 【0150】実施の形態4.

## (1)全体構成

## (1-1)概要

図9は、本発明の実施の形態4に係る干渉キャンセル装置の機能構成を示す図である。同図に示す干渉キャンセル装置300も、DS-SSMA基地局に設けられるものであり、この干渉キャンセル装置300に対しても、実施の形態1乃至3と同様、本発明を適用することができる。

【0151】干渉キャンセル装置300は、第1ステージ302-1と第2ステージ302-2とを含んで構成されている。同図では明示しないが、以降第Nステージまで設けられる。そして、第1ステージ302-1には、複数のユーザ信号が符号分割多重された受信拡散信号 $R_b$ が入力され、ユーザ間の相互干渉を低減しつつ、第Nステージからは第1ユーザ〜第Mユーザに係る復調信号 $R_1 \sim R_M$ が出力される。ここで、N、Mはともに1以上の整数である。

【0152】干渉キャンセル装置300には、実施の形態1に係る干渉キャンセル装置10と同様、レベルランギング回路20（図示せず）が設けられている。これにより、第1ユーザ〜第Mユーザに係るユーザ信号に対して信号レベルの順位付けが行われ、各ステージにおいて信号レベルの高いユーザから低いユーザに向かって、順にICU304-n-1〜304-n-Mが割り当てられる。

## 【0153】(1-2)第1ステージ

第1ステージ302-1においては、M人のユーザの各々に対応してICU304-1-1〜304-1-Mが並列に接続されている。この干渉キャンセル装置300では、これらICU304-n-mが、入力される拡散信号に含まれる第mユーザに係る信号成分（拡散信号）を、干渉レプリカ拡散信号 $H_{n,m}$ として出力する（ $1 \leq n \leq N-1$ ； $1 \leq m \leq M$ ）。

【0154】また、特にICU304-1-2〜304-1-Mの前方には、加算器308-1-2〜308-1-Mが接続されており、さらに前方に遅延素子306-1-2〜306-1-Mが接続されている。そして、加算器308-1-mには、遅延素子306-1-mを経由した受信拡散信号 $R_b$ が同符号で入力されるととも

に、第1〜第(m-1)ユーザに係る干渉レプリカ拡散信号 $H_{1,1} \sim H_{1,m-1}$ が負符号を与えられて入力されている（ $2 \leq m \leq M$ ）。遅延素子306-1-mは、ICU304-1-1〜304-1-(m-1)の信号処理が全て終了して干渉レプリカ拡散信号 $H_{1,1} \sim H_{1,m-1}$ が出揃うまでの時間、受信拡散信号に遅延を与えるものである。

【0155】さらに、第1ステージ302-1には遅延素子310-1が設けられている。該遅延素子310-1は、ICU304-1-1での信号処理が始まってからICU304-1-Mでの信号処理が終わるまでの間、受信拡散信号 $R_b$ に対して遅延を与えるものである。遅延素子310-1の出力は次の第2ステージ302-2に供給される。

## 【0156】(1-3)第2ステージ

第2ステージ302-2においても、M人のユーザの各々に対応してICU304-2-1〜304-2-Mが並列に接続されている。各ICU304-2-mの前方には加算器308-2-mが接続されており、特に加算器308-2-2〜308-2-Mについては、その前方に遅延素子306-2-2〜306-2-Mが接続されている。

【0157】加算器308-2-1には、遅延素子310-1から出力される受信拡散信号 $R_b$ が入力されており、さらに第1ステージ302-1で生成された干渉レプリカ拡散信号 $H_{1,2} \sim H_{1,M}$ が負符号を与えられて入力されている。こうして、加算器308-2-1では受信拡散信号 $R_b$ から第1ユーザ以外に係る干渉レプリカ拡散信号 $H_{1,2} \sim H_{1,M}$ を減算した信号を生成するようになっている。この信号は、受信拡散信号 $R_b$ から第1ユーザ以外に係る信号成分を除去し、第1ユーザについては信号成分を未だ除去していない拡散信号となっている。ICU304-2-1には、この信号が干渉レプリカ拡散信号 $H_{2,1}$ を生成するための基礎信号として入力されている。

【0158】一方、加算器308-2-mには、遅延素子310-1及び遅延素子306-2-mを経由した受信拡散信号 $R_b$ が入力されており、さらに第mユーザ以外のユーザに係る干渉レプリカ拡散信号 $H_{n,m'}$ （ $n$ は1又は2（現ステージ又は直前ステージ）； $m' \neq m$ ）が負符号を与えられて入力されている（ $2 \leq m \leq M$ ）。具体的には、加算器308-2-mには、第2ステージ302-2で生成される干渉レプリカ拡散信号 $H_{2,1} \sim H_{2,m-1}$ と、第1ステージ302-1で既に生成された干渉レプリカ拡散信号 $H_{1,m+1} \sim H_{1,M}$ と、が負符号を与えられて入力されている。要するに、ICU304-n-mには、そこでの干渉除去処理を開始する時点で既に得られている第mユーザ以外のユーザに係る最新の拡散レプリカ拡散信号 $H_{n',m}$ （ $n' \leq n$ ； $m' \neq m$ ）を、受信拡散信号 $R_b$ から減算した信号が入力されるのである。



この信号は、受信拡散信号  $R_b$  から  $m$  ユーザに係る信号成分が未だ除去されていない拡散信号（ユーザ信号成分未除去信号）となっている。この信号をもとに干渉レプリカ拡散信号  $H_{n,m}$  を生成することにより、ステージを重ねる毎に干渉レプリカ拡散信号  $H_{n,m}$  の精度が向上するようになる。

【0159】遅延素子 306-2-m は、ICU 304-2-1 ~ 304-2-(m-1) の信号処理が全て終了して干渉レプリカ拡散信号  $H_{2,1} \sim H_{2,m-1}$  が出揃うまでの時間、遅延素子 310-1 から出力される受信拡散信号  $R_b$  に対してさらに遅延を与えるものである。また、第2ステージ 302-2 には遅延素子 310-2 が設けられている。該遅延素子 310-2 は、ICU 304-2-1 での信号処理が始まってから ICU 304-2-M での信号処理が終わるまでの間、受信拡散信号  $R_b$  に対して遅延を与えるものである。遅延素子 310-1 の出力は次ステージに供給される。

【0160】(1-4) 最終ステージ

第1及び第2のステージと同様に信号処理を進め、最終の第Nステージでは干渉レプリカ拡散信号  $H_{N,m}$  の代わりに、各ユーザについての復調信号  $R_m$  が出力される。

【0161】(2) ICU の構成

干渉キャンセル装置 300 に適用される ICU 304-n-m の構成について説明する。図10は、ICU 304-n-m の構成を示す図である。図8に示された ICU 204-n-m と比較して、図10に示す ICU 304-n-m に含まれる ICU 本体 22b が特徴的な点は、後段フィンガ 42b において、図8に示される後段フィンガ 42a のように干渉レプリカ出力端子 68 が接続されていない点、及び前段フィンガ 42a において、図8に示される前段フィンガ 28 のように加算器 32 が設けられておらず、干渉レプリカ入力端子 66 が接続されていない点である。それ以外の構成については、図8に示される ICU 204-n-m の ICU 本体 22a と同様であるので、ここでは同一構成については同一符号を付し、詳細な説明を省略する。また、ICU 304-n-m には加算器 50 の後段に修正処理部 24 が設けられている。この修正処理部 24 は図2に示した ICU 14-n-m に含まれるものと同様であるが、ただ、乗算器 62 からは干渉レプリカ拡散信号  $H_{n,m}$  が出力され、その信号が干渉レプリカ拡散信号出力端子 218 から取り出されるようになっている点異なる。

【0162】ICU 304-n-m においては、ユーザ信号成分未除去信号入力端子 64a に対して加算器 308-n-m の出力が入力される ( $n=m=1$  の場合は受信拡散信号  $R_b$ )。この入力信号は、いずれも第  $m$  ユーザについての信号成分が未だ除去されていないため、それを逆拡散部 30 にて第  $m$  ユーザに対応する拡散コードで逆拡散することにより、第  $m$  ユーザについての信号成分がそのまま得られる。このため、前段フィンガ 28b

には干渉レプリカが入力されておらず、また、後段フィンガ 42b からは干渉レプリカが出力されていないのである。

【0163】後段フィンガ 42b から出力される各パスの信号は加算器 50 で足し合わされ、それが修正処理部 24 に供給される。修正処理部 24 の動作は実施の形態1の場合と同様である。すなわち、ICU 304-n-m では、受信拡散信号  $R_b$  から第  $m$  ユーザ以外のユーザに係る信号成分を全て除去した信号がユーザ信号成分未除去信号入力端子 64a より入力されているが、加算器 52 にて、この信号から仮干渉レプリカ拡散信号  $H'_{n,m}$  が差し引かれている。こうして、加算器 52 にて第  $m$  ユーザに係る信号成分も除去された信号が得られる。加算器 52 で得られる信号は、第  $m$  ユーザに係る信号成分を含まないため、第  $m$  ユーザに係る信号成分が未だ残っている遅延素子 26 からの出力信号に比し、信号レベルが低くなっていると考えられる。評価部 58 では、かかる事情を考慮して、仮干渉レプリカ拡散信号  $H'_{n,m}$  の信頼性を評価しているのである。

【0164】かかる干渉キャンセル装置 300 においても、ICU 304-n-m での信号処理の信頼性が低い場合（特に伝送路推定部 34 での伝送路推定精度が低い場合）に、それが該 ICU 304-n-m 以降での信号処理に対して与える影響を低減できる。また、ICU 304-n-m から出力される干渉レプリカ拡散信号  $H_{n,m}$  の信頼性が高いと判断される場合、その電力レベルは元の仮干渉レプリカ拡散信号  $H'_{n,m}$  の電力レベルと同等に維持される。このため、該 ICU 304-n-m 以降での信号処理に対して十分な影響を及ぼすことができる。この結果、以降の信号処理を効率のよいものとすることができ、復調信号  $R_m$  の BER 特性を向上させることができる。

【0165】(3) 変形例

本干渉キャンセル装置 300 においても、実施の形態1 ~ 3 と同様、拡散部 48 の出力信号の信頼性を個別に評価することにより、仮干渉レプリカ拡散信号  $H'_{n,m}$  の信頼性をパス毎に行うようにしてもよい。この場合、その評価に従ってパス毎に重み係数  $\alpha$  を設定し、乗算することが望ましい。さらに、実施の形態1 ~ 3 と同様、仮干渉レプリカ拡散信号  $H'_{n,m}$  に対する評価を一部のチップ及び一部のシンボルに基づいて行うようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る干渉キャンセル装置の全体構成を示す図である。

【図2】 本発明の実施の形態1及び2に係る干渉キャンセル装置に用いられる ICU の構成を示す図である。

【図3】 本発明の実施の形態1及び2に係る干渉キャンセル装置に用いられる ICU の変形例を示す図である。

【図4】 干渉残差推定信号の評価タイミングを説明する図である。

【図5】 干渉残差推定信号の評価タイミング及び重み係数 $\alpha$ の更新周期を説明する図である。

【図6】 本発明の実施の形態2に係る干渉キャンセル装置の全体構成を示す図である。

【図7】 本発明の実施の形態3に係る干渉キャンセル装置の全体構成を示す図である。

【図8】 本発明の実施の形態3に係る干渉キャンセル装置に用いられるICUの構成を示す図である。

【図9】 本発明の実施の形態4に係る干渉キャンセル装置の全体構成を示す図である。

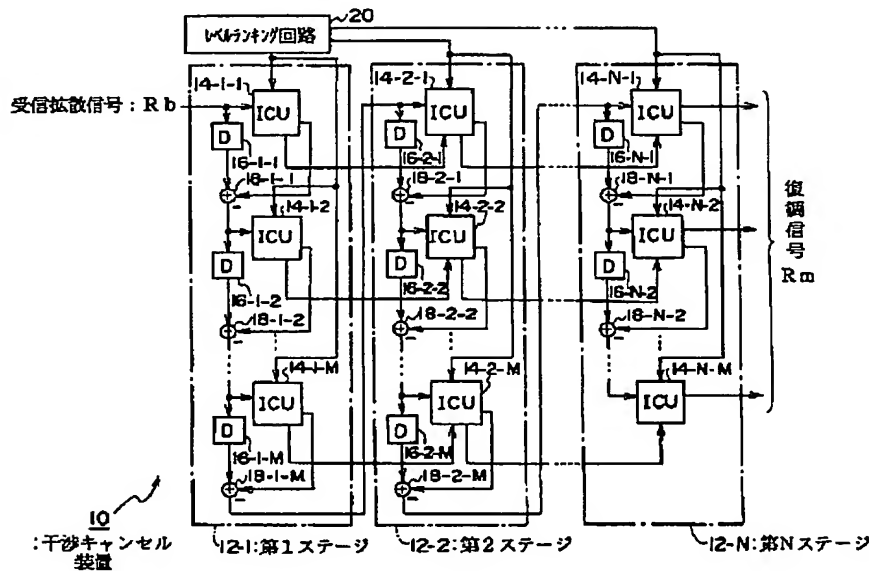
【図10】 本発明の実施の形態4に係る干渉キャンセル装置に用いられるICUの構成を示す図である。

【符号の説明】

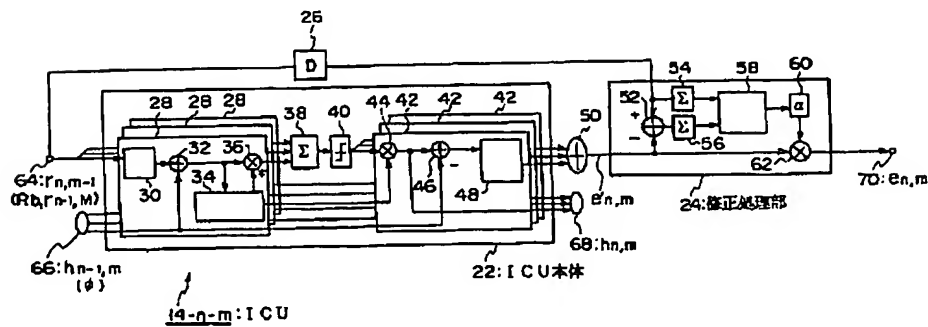
10, 100, 200, 300 干渉キャンセル装置、  
12, 102, 202, 302 ステージ、14, 14

a, 104, 204, 304 ICU (干渉キャンセルユニット)、16, 26, 106, 205, 206, 306, 310 遅延素子、18, 32, 46, 50, 52, 54, 56, 74, 76, 78, 86, 108, 208, 308 加算器、20 レベルランキング回路、22, 22a, 22b ICU本体、24, 24a 修正処理部、28, 28b 前段フィング、30 逆拡散部、34 伝送路推定部、36, 44, 62, 84, 214 乗算器、38 RAKE合成部、40 硬判定部、42, 42a, 42b 後段フィング、48 拡散部、58, 80 評価部、60, 82 重み係数供給部、64 誤差信号入力端子、64a ユーザ信号成分未除去信号入力端子、66 干渉レプリカ入力端子、68 干渉レプリカ出力端子、70 干渉残差推定信号出力端子、72 パス別修正処理部、218 干渉レプリカ拡散信号出力端子、219 受信拡散信号入力端子。

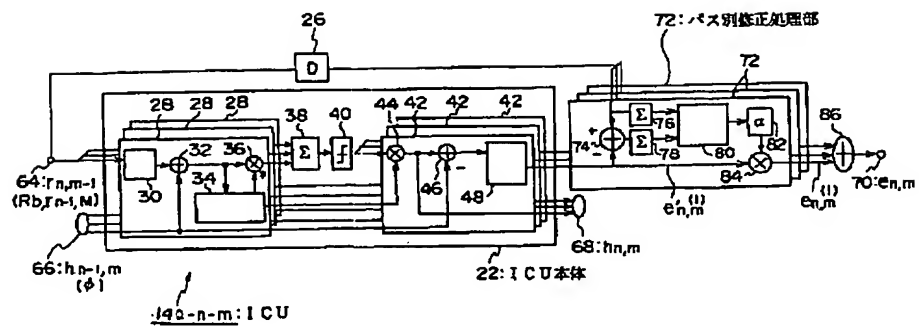
【図1】



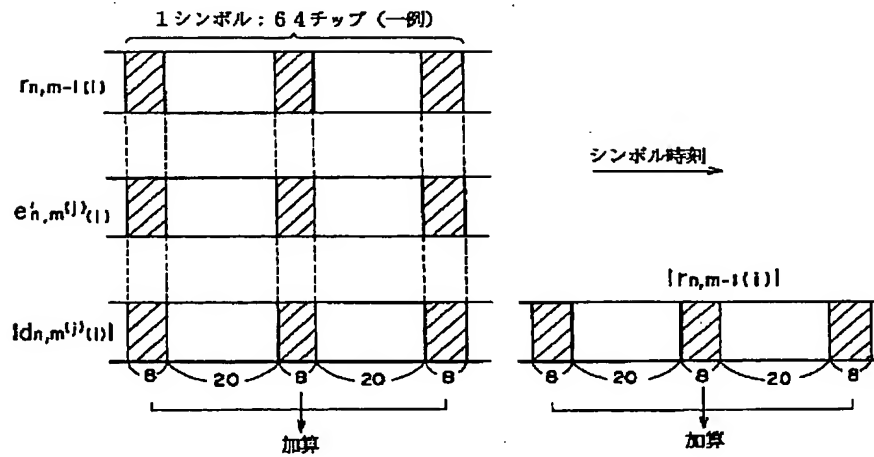
【図2】



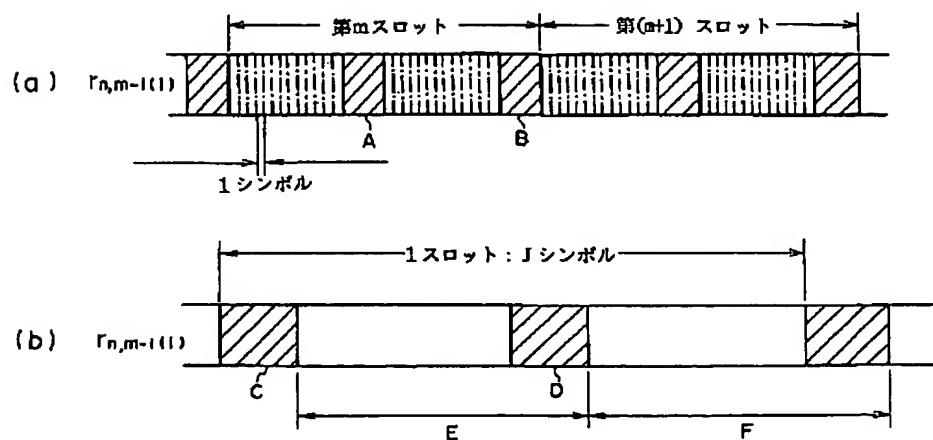
【図3】



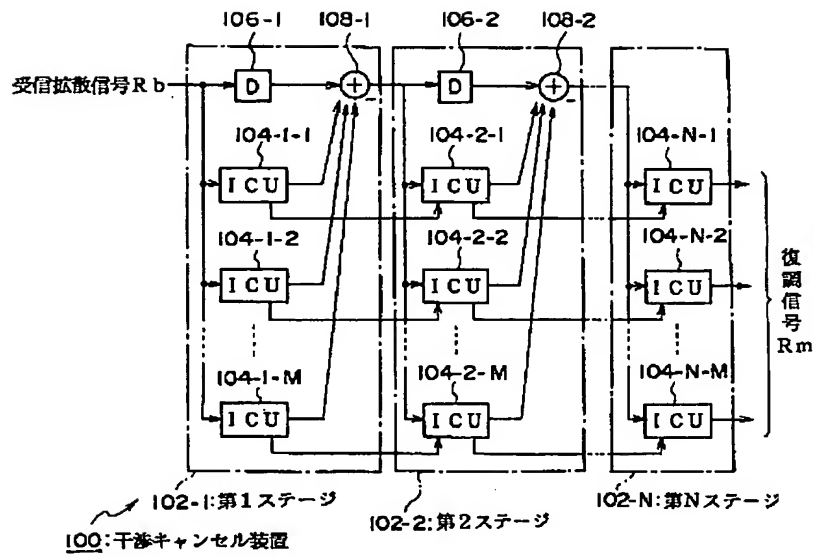
【図4】



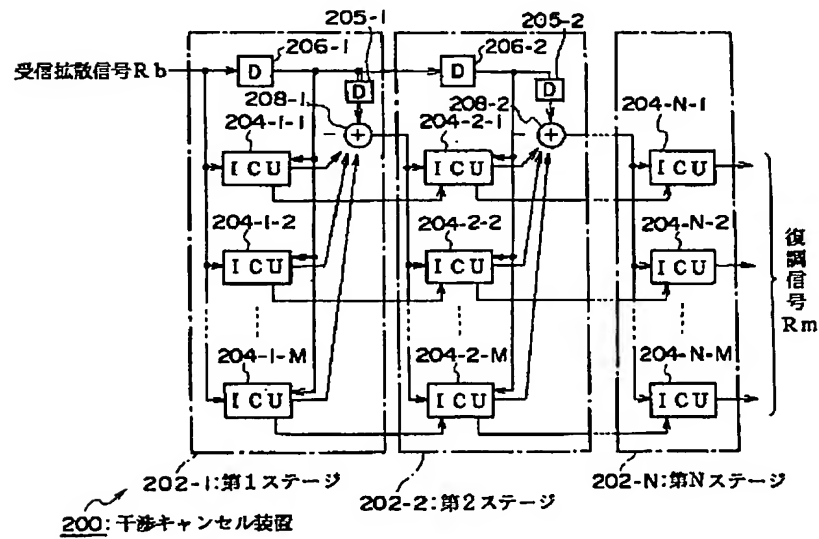
【図5】



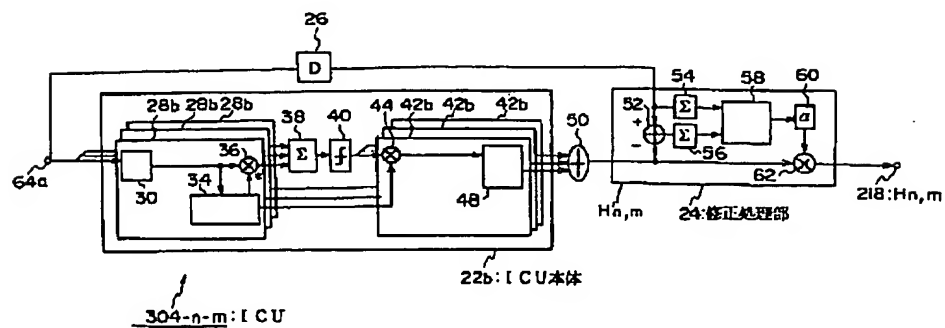
【図6】



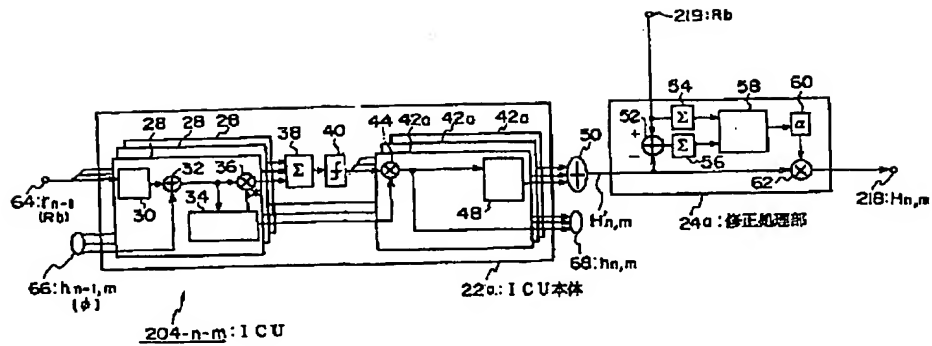
【図7】



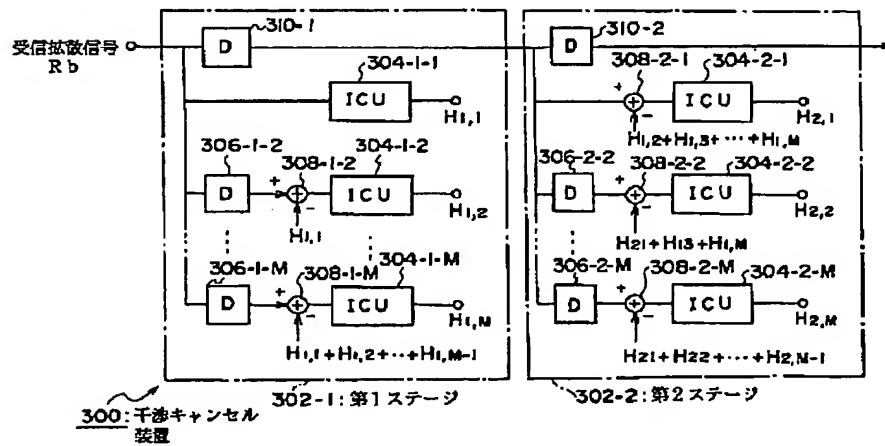
【図10】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K022 EE02 EE35  
 5K046 AA05 EE06 EE47 EF11  
 5K052 AA01 BB01 DD04 EE17 FF32  
 GG19 GG20 GG42